1337.

1337.

KATSELINE KEEMIA KOOLIDELE

1334

Inv. 962
1946.
Raamatukogu

O. J. KIESEL.

KATSELINE KEEMIA KOOLIDELE

135 KUJUNDIT TEKSTIS

5933

TALLINN
KIRJASTUSÜHISUS „KOOL“
1921 a.

A-3494 II

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
57457

L14950649

B. Mäns'i trükk, Tallinnas.

Eessõna.

„Katseline keemia koolidele“ on määratud käsiraamatuks õpilastele: lühidalt ja kokkuwõetuit on korratud see materjaal, mis tundides näitlik-katseliselt läbitöötatud.

Milgi wiisil ei ole raamatu ülesanne keemiat raamatulikult õpetada.

Katse ja waatlus ühes ilmuwuste loogilise seletusega, — need on keemia — õpiaine alused, mis tale kaswatuslise ja üldhariduslise tähtsuse annawad.

Sellest metoodist peab õpetaja kinnipidama järjekindlalt: alguses klassis katseliselt läbitöötatud tund ja siis süstematiseeritud kokkuwõte; wiimases suhtes aitab kaasa õpiraamat.

Materjaal on käesolewas raamatus nii korraldatud, et õpetaja järjestada wõib seda ise õpilaste wõimise kohaselt.

Formulid ja ekwatsioonid, mis raamatus esitatud, on ainult nähtuste selgitamiseks, — nad on sündinud reaktsioonide kujundid; arusaadaw, et nende pähe õppimine ülekiigne: õpilastelt wõib nõuda ainult nende seletamist.

Siin kohal peab tähendama, et trükitehnilistel põhjustel on wäiksed arwud formulites märgitud nii: näit. H_2O, — H_2O asemel, nagu see harilikult tarwitusele on wõetud.

Oskussõnad on wõetud „Keemia sõnastikust“, „Füüsika sõnastikust“ ja „Arstirohtude ladina-eestikeelsest sõnastikust“.

Raamatus on tarwitatud „asewahetuse“ asemel „aseldus“, mis lühem ja ka *Wiedemann*'i järele täiesti mõiste kohane sõna on. Niisama on järjekindlalt tarwitatud: „sulatis“, „sulatama“, „sulama“ jne. wiimasel ajal mõnes raamatus tarwitatawa „lahu“, „lahuma“ jne. asemel.

„Lahu“ ei ole küllalt õnnelikult tuletatud sõna: ta on omastaw sõnast „lahk“ ja wõib teda segada suure hulga sõnadega: lahkuma, lahutama, lahutus jne.

Mõiste märkimiseks, kui kõwa aine soojuse mõjul weeldatud, on tarwitatud „sulanema“, „suland“, sulandama“ jne. Õige on, et wäga kergesti wõib wahetada sõnu, sulama ja sulanema, kuid niisama eksitawad oleksid ka lahu tuletused: lahutama ja lahundama, lahutus ja lahundus jne.

Ka on raamatus mõne aine kohta mitu nimetust tarwiatud, et õpilased nendega harjuksid ja tarwitada oskaksid: wasewitriol, wääwelhapuwask, wasesulfaat jne.

Puudused, mis raamatus tahtmata esinewad, on seletatawad sellega, et käesolew teos on esimene eestikeelne keemia õpiraamat koolidele; niisama puudub ka täieline ja kindel eestikeelne terminoloogia. Siiski on püütud kõik teha, et kooli nõudeid rahuldada.

O. J. K.

Tallinnas,
22. weebruaril 1921 a.

Sisunäitaja.

Eessõna V
Sisunäitaja VII

A. Sissejuhatus.

1. Kehad ja aine omadused 1
Kehad ja nende omadused. — Aine. — Waatlus ja katse. —Aine füüsikalised omadused. — Ühtlased ja mitteühtlased kehad. — Kristall ja amorfaine.
2. Keemilised nähtused 5
Aine moondumus.— Mis on keemia.— Keemia jaotus. — Mehaaniline segu. — Keemiline ühendus. — Keemiline sugulus. — Keemilised reaktsioonid. — Aine säilimisseadus. Soojus ja keemilised reaktsioonid.
3. Aine ehitus 12
Lihtained ja liitained. — Elemendid ja ühendused. — Elementide tabel. — Elementide sümboolid. — Metallid ja mittemetallid.
4. Keemias ettetulewad toimetused 17
Sulatamine.— Filtreerimine.—Kristalliseerimine.— Nõrutamine, dekantatsioon. -- Ajamine, destlilleerimine. — Sublimatsioon. — Keemias tarwitatawad riistad.

B. Mittemetallid.

5. Hapnik 26
Leidumus. — Saamine. —Füüsikalised omadused.—Keemilised omadused. — Hapniku keemilised ühendused. — Sütitustemperatuur. — Hapendumine. — Nomenklatuur. Indikaatorid. — Põlemise soojus. — Hingamine. — Wedel hapnik. — Hapniku tarwitamine. — Ajaloolised märkused.
6. Wesinik 34
Leidumus. — Saamine. — Gaaside kuiwatamine ja puhastamine. — Füüsikalised omadused. — Keemilised omadused.

— Paukgaas. — Tarwitamine. — Ajaloolised märkused. — Reduktsioon. — Analüüs ja süntees.

7. Aine ehitus 41
Koosseisu püsimisseadus. — Kordiste suhete seadus. — Hüpotees ja teooria. — Aatomid — Molekulid. — Aatomite kaal. — Molekulaarkaal. — Keemia formulid. — Keemia ekwatsioonid. — Stöhiomeetrilised arwamised. — Samawäärisus. — Gramm-molekul. — Ajaloolised märkused.

8. Hapniku ja wesinikku ühendused 50
Wesi.— Kristallwesi. — Wee koosseis.— Loodusline wesi. — Mineraalwesi. — Destilleerimine. — Filtreerimine. — Füüsikalised omadused. — Jää. — Hügroskoobiline wesi. — Keemilised omadused. — Wesinikülihapend. — Ozoon. — Allotroopia. — Ajaloolised märkused. — Status nascens. — Diffusioon.

9. Kloor 59
Leidumus. — Saamine. — Füüsikalised omadused. — Keemilised omadused.

10. Kloorwesinik. Soolhape 63
Saamine — Füüsikalised omadused. — Keemilised omadused.

11. Gay-Lussac'i seadus ja Avogadro hüpotees . . . 65
Avogadro hüpotees. — Ühenduste ehitus. — Molekulaarkaalu arwamine.

12. Elementide wäärisus 69
Ühenduskaal. — Wäärisus. — Ehitusformulid.

13. Lämmastik 72
Leidumus. — Saamine. — Füüsikalised omadused. — Keemilised omadused.

14. Atmosfääri õhk 74
Õhu koosseis. — Õhu süsihapugaas. — Õhu füüsikalised omadused.

15. Lämmastiku ühendused 76
Ammoniak. — Saamine. — Omadused. — Lämmastiku hapendid. — Lämmastikalahapend. — Lämmastikhapend. — Lämmastikkahelishapend. — Lämmastikhappe saamine. — Omadused. — Tarwitamine. — Kloori ühendused lämmastikuga. — Lämmastiku tähendus. — Nitraadid. — Peagaasid.

16. Püsiwgaasid 83
Argoon, heelium ja nende kaaslased.

17. Wääwel 83
Leidumus. — Saamine. — Omadused. — Tarwitamine.

18. Wääwli ühendused 87
Wääwelwesinik. — Wääwlishapend ja wääwlishape. —

Wääwelhapend. — Wääwelhape. — Wääwelsüsinik. — Seleen ja telluur.

19. Happed. Alused. Soolad 92
Happed. — Alused. — Elementide grupid. — Kesendamine. — Sool. — Nimetused.

20. Jood 96
Leidumus. — Saamine. — Omadused. — Ühendused. — Tarwitamine.

21. Broom 98
Leidumus. — Saamine. — Omadused. — Ühendused. — Tarwitamine.

22. Fluor 100
Leidumus. — Omadused. — Ühendused. — Halogeenide grupp.

23. Süsinik 102
Leidumus. — Saamine. — Teemant. — Grafiit. — Amorfsüsinik. — Puusüsi. — Kondisüsi. — Koks. — Tahm. — Retortsüsi. — Mineraalsüsi. — Süte omadused. — Süsiniku omadused.

24. Süsiniku ühendused 109
Süsinikkahelishapend. — Saamine. — Füüsikalised omadused. — Keemilised omadused. — Süsihape. — Karbonaadid. — Süsinikhapend. — Õhugaas. — Wesigaas. — Kütmine. — Süsinik ja lämmastik. — Tsüaangaas. — Tsüaaniswesinik. — Süsiniku ja wesiniku ühendused. — Karbiidid.

25. Põlemine. Leek 118
Põlemine. — Soojahulk. — Leek.

26. Süsiniku ringkäik looduses 123
Taimed.

27. Fosfor 126
Leidumus. — Saamine. — Omadused. — Tarwitamine. Ajaloolised märkused. — Ühendused. — Fosfori tähendus.

28. Arseen 129
Leidumus. — Omadused. — Ühendused.

29. Antimoon 129
Leidumus. — Omadused. — Ühendused.

30. Wismut 130
Omadused. — Lämmastiku grupp. — Lämmastiku grupi omadused.

31. Räni 131
Leidumus. — Saamine ja omadused. — Ühendused. — Sawi. — Karborundum. — Süsiniku grupp.

32. Boor 133
Leidumus ja omadused. – Ühendused.
33. Sulatised. Elektrolüüs 134
Sulatiste iseloom. — Sulamise piirid. — Henry seadus. Temperatuuri mõju sulamisel. — Radikaalid. — Joonide teooria. — Elektrolüüs. — Wääwelhappe elektrolüüs. — Söötnaatroni elektrolüüs. — Wasewitrioli elektrolüüs.

D. Metallid.

34. Metallide üldised omadused 141
Elementide liigitamine. — Metalli omadused. — Metallide jaotus. — Kerged metallid. — Rasked metallid.
35. Kaalium 144
Leidumus. — Saamine. — Omadused. — Kaaliumi ühendused. — Kloorkaalium. — Kahelissüsihapukaalium. — Kaaliumi salpeeter. — Kloorhapu kaalium.
36. Naatrium 148
Leidumus. — Saamine. — Omadused.
37. Naatriumi ühendused 149
Kloornaatrium. — Omadused. — Kristalliseerimine. — Süsinaatriumi sool. — Kahelissüsihapunaatrium. — Naatriusulfaat. — Naatriumnitraat.
38. Ammooniumi ühendused 153
Ammoniak. — Kloorammoonium. — Ammooniumwesihapend. — Ammooniumkarbonaat. — Haruldased elemendid. — Leekreaktsioon. — Leelismetallide ülewaade. — Spektraalanalüüs.
39. Kaltsium 156
Leidumus. — Omadused. — Ühendused. — Kaltsiumhapend. — Kaltsiumwesihapend. — Kaltsiumkarbonaat. — Kaltsiumsulfaat. — Kloorlubi. — Kaltsium looduses. — Klaas. — Baarium.
40. Magneesium 161
Leidumus. — Saamine ja omadused. — Magneesiumhapend. — Kloormagneesium. — Wääwelhapumagneesium. — Süsihapumagneesium.
41. Raadium 162
Leidumus. — Omadused. — Raadioaktiiwsus. — Leelismuldmetallide wõrdlus.
42. Alumiinium 164
Leidumus. — Saamine. — Ajaloolised märkused. — Omadused. — Tarwitamine.

43. Alumiiniumi ühendused 166
Alumiiniumhapend. — Alumiiniumwesihapend. — Alumiiniumsulfaat. — Maarjas. — Alumiiniumsilikaat. — Sawi. — Sawinõud. — Ultramariin. — Tsement. — Kõrge temperatuuri saamine. — Haruldased elemendid.
44. Elementide perioodne süsteem 172
Ajalugu. — Elementide loomulik süsteem. — Seadusepärasus elementide loomulikus süsteemis. — Elementide loomuliku süsteemi tähtsus.
45. Tsink 175
Leidumus. — Saamine. — Omadused. — Tarwitamine. Ühendused. — Wääwelhaputsink. — Kloortsink. — Kaadmium. — Sulandid. — Woodi suland.
46. Elawhõbe 178
Leidumus. — Saamine. — Omadused. — Amalgaam. Tarwitamine. — Ühendused. — Sugukonna ülewaade.
47. Raud 180
Leidumus. — Saamine. — Omadused. — Ühendused. — Ajalugu.
48. Raua metallurgia 183
Kõrgahju protsess. — Malm. — Teras. — Raud.— Puddelwiis. — Bessemeri-wiis. — Siemens-Martini-wiis. — Ajalugu.
49. Nikkel. Koobalt 190
Leidumus. — Omadused. — Ühendused. — Sugukonna ülewaade.
50. Mangaan 191
Leidumus. — Saamine ja omadused. — Ühendused.
51. Kroom 192
Leidumus. — Saamine ja omadused. — Ühendused.
52. Tina 194
Leidumus. — Saamine. — Omadused. — Tarwitamine. — Ühendused. — Akkumulaator.
53. Inglistina 198
Leidumus. — Omadused. — Tarwitamine. — Ühendused. — Joottoru. — Sugukonna ülewaade.
54. Wask 203
Leidumus. — Saamine. — Omadused. — Ajalugu. — Wase ühendused. — Wase sulandid.
55. Hõbe 207
Leidumus. — Saamine. — Omadused. — Tarwitamine. Ühendused.
56. Kuld 210
Leidumus. — Saamine. — Omadused. — Tarwitamine. Ühendused. — Kolloid kuld. — Sugukonna ülewaade.

57. Platiin 212
Leidumus. — Saamine. — Omadused. — Tarwitamine. — Osmium. — Plaatiin metallid. — Katalüüs.

E. Orgaanilised ühendused.

58. Süsiwesinikud 214
Süsiniku ühendused wesinikuga. — Metaan. — Etaan ja propaan.
59. Nafta 217
Leidumus. — Saamine. — Tekkimine. — Omadused. — Ajalugu. — Nafta saadused. — Maawaha. — Parafiin.
60. Süsiwesikud 220
Koosseis. — Tselluloos. — Püroksüliin. — Tärklis. — Dekstriin. — Gummid. — Wiinamarjasuhkur. — Viljasuhkur. — Pilliroosuhkur. — Piimasuhkur. — Linnasesuhkur. — Käärimine.
61. Alkoholid 225
Koosseis. — Puupiiritus. — Wiinapiiritus. — Alkoholi mõju inimese organismi peale. — Etüüleeter. — Glütseriin. — Formaaldehüüd.
62. Raswad ja raswahapped 228
Raswad ja õlid. — Taimeraswad. — Loomaraswad. — Wõi. — Margariin. — Raswahapped. — Seep.
63. Orgaanilised happed 231
Omadused. — Äädikhape. — Äädikhape soolad. — Sipelghape. — Muud orgaanilised happed.
64. Walgustusgaas 233
Kuiwajamine. — Walgustus. — Gaas. — Saamine. — Omadused. — Kõrwaltooted. — Bensool. — Happed. — Naftaliin.
65. Lõhnawad süsiwesinikud 239
Eeterõlid. — Tärpentiinõli. — Mahlad ja waigud. — Süsiniku ehk orgaaniliste ühenduste jaotus.
66. Munawalged 242
Koosseis. — Albumiin. — Fibriin. — Kaseiin. — Hämoglobiin.
67. Ainewahetus taimede ja loomade organismides . . 243
Taimede toitmine. — Toitmise ülesanne. — Munawalgeained. — Rasw. — Süsiwesikud. — Mineraalained. — Seedimine.
Lühendused 252
Trükiwead 252

A. Sissejuhatus.

1. Kehad ja aine omadused.

Kehad ja nende omadused. Füüsikalistel kehadel on igal ühel oma wälimine kuju, suurus, raskus, wärw jne. Nende mitmesuguste omaduste järele tunneme kehasi. Füüsikalise keha wajadusliseks tunnuseks on worm, s. o. tema wälimine kuju. Kehade wälimine kuju on mitmesugune, niisama ka suurus, raskus, wärw jne.

Kuid meid ei huwita mitte ainult kehade omadused, waid ka küsimus, millest on walmistatud see ehk teine keha.

Aine. Materjaal, millest kehad on walmistatud, nimetatakse **aineks** (mateeria, substants, ollus). Kui küsime, millest on walmistatud see wõi see keha, asi jne., siis wastame ikka aine nimetusega. Millest on tehtud nuga? — Terasest! Teras on aine nimetus. Aine on see, millest on ehitatud füüsikalised kehad ja millel kaal on. Igal kehal on wälimine kuju ja ta seisab koos ainest. Nii wõib ainel olla mitmesugune wälimine kuju, kuid igal ainel on kindlad omadused, mis ainet iseloomustawad.

Aine on füüsikaliste kehade omaduste kandja, nii on siis kehade omadused õieti aine omadused.

Ainete tunnused on mitmesugused: suhkur on magus, äädik on hapu, rauda tõmbab magneet ligi jne. On olemas wäga palju tuntud aineid: mõned neist esinewad tihem, teised harwem.

Keha all tuleb mõista hulk teatud ainet. Tükk rauda, rohkem wõi wähem wett, puunott jne. on kehad.

Küsimused. Missugused asjad on rauast walmistatud? Wasest? Millest wõib walmistada rahasid? Sõõginõusid? Missugused omadused on klaasil?

Sawil? Liiwal? Mis on sulepea: aine, keha wõi asi? Kriit, millega tahwlil kirjutatakse? Tint? Sawi?

Laual on kolm keha: kriit, marmor ja suhkur, — missuguste omaduste järele tunneme neid?

Waatlus ja katse. Kehade omadustega tutwunemiseks on olemas kaks teed: **waatlus** ja katse. Kui meie mingisuguseid muudatusi kehade olekus ette ei wõta, waid ainult nende omadustega tutwuneme, mis otsekohe näha wõi tunda, siis waatleme keha wõi nähtust.

Kui inimene ise mingisuguseid muudatusi kehade juures ette wõtab wõi nähtuse ise wälja kutsub, siis on see katse. Silmaga waadeldes näeme aine mitmesuguseid omadusi: wärwi, läbipaistwust, läiki jne. Wärw wõib olla: punane, kollane, roheline, sinine, lilla (violett), punakollane (oransh); peale seda nimetame harilikult ka walget ja musta wärwideks, mis, muidugi, füüsikaliselt õige ei ole. Niisama on olemas ka hall, pruun ja muud wärwide warjundid.

Läbipaistwuse suhtes on kolm astet: läbipaistwad, poolläbipaistwad ja läbipaistmatud kehad.

Asjade läiki nimetatakse harilikult selle keha nimega, mille juures läik iseloomustaw on: metalli läik, klaasi läik, pärli läik, siidi läik jne.

Ainete omadusi tunneme ka teiste orgaanide abil: haistmise, maitsemise, katsumise j. m. teel.

Aine füüsikalised omadused. Ainel ehk mateerial, millest ilm koos, on mitmesugused omadused, milledega tegutseb füüsika. Need omadused on järgmised: aine olek, — kõwa, wedel ja gaasiline olek; mitmed ained on ka wahepealistes olekutes: poolwedel, weniw. Erikaal, — aine ühe kuubik sentimeetri raskus grammides. Keemise ja sulanemise temperatuur, kriitiline temperatuur. Soojuse ja elektri juhitawus. Aine haprus, wetrus, urbsus jne.

Kehal wõiwad olla ka ajutised omadused, mis teda mitte ei iseloomusta. Kehal wõib olla mitmesugune temperatuur, elektrilaeng, suurus jne.

Mida rohkem meie aine omadusi tunneme, seda kindlamini wõime teda teistest lahutada. Aine iseloomustamiseks on waja nii palju omadusi üles lugeda, et teda teistega

enam ei saa wahetada. Kui näit. ütelda, et klaas on läbipaistew ja ei sula wees, siis on sellest liig wähe: on olemas teisi aineid, mis ka läbipaistwad ja wees ei sula (säde, kwarts, obsidian); ühes sellega on klaasi läbipaistwus tema ajutine omadus: on olemas mitmewärwilisi klaase, mis mitte läbipaistwad ei ole. Nii siis ei ole need kaks omadust klaasi mitte iseloomustanud.

Küsimused. Missugused on raua püsiwad ja ajutised omadused? Sawe? Liiwa? Raudnael kaalub 3 *g*. — Kas on see tema ajutine wõi püsiw omadus? Elawhõbe on wedel, kuld on kollane, klaas on habras, — missugused on need omadused?

Ühtlased ja mitteühtlased kehad. Kui meie näit. tüki klaasi waatleme, siis näeme sel kehal igas suunas ühesuguseid omadusi: wärw, läbipaistwus jne. Sarnaseid kehi nimetatakse **ühtlasteks, homogeen kehadeks.**

Aine, millest keha koos seisab, wõib olla ka **mitteühtlane, heterogeen.** Sarnase keha näituseks wõib olla graniit, mis seisab koos kwartsi, säde ja põllupao tükikestest.

Kui keemias aine omadustest räägitakse, siis on jutt ikka homogeen kehadest. Tahame heterogeen kehaga tutwuneda, siis peame iga üksikut ainet waatlema, millest heterogeen keha koos seisab.

Küsimused. Waatleme graniiti, liiwkiwi, põlewkiwi. Missugune keha on keedusool? Paber? Muna? Piim? Sawi?

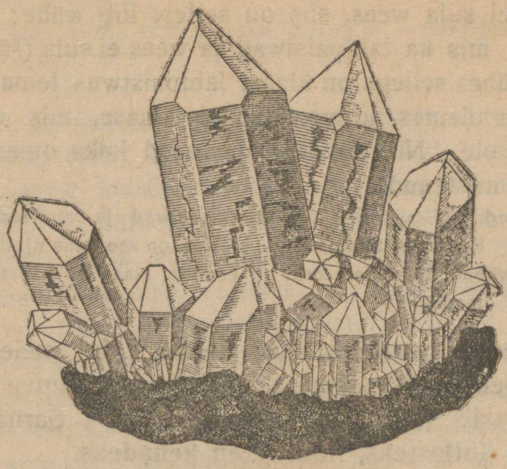
Kristall ja amorf aine. Looduses tuleb ette kahte seltsi ainet. Üks aine sünnitab kehi, millel on kindel wälimine kuju, worm. Need kehad on ümbritsetud tasapindadega, mis sünnitawad kindlaid kahetahulisi nurki. Keha ise wõib olla suurem wõi wäiksem, aga nurkade suurus on kindel teatud ainele.

Sarnast ainet nimetatakse **kristall aineks,** ja kehasid, mis nad sünnitawad, **kristallideks.** Iga kristall aine sünnitab isesuguseid kristalle, mille järele ainet wõib tunda. Nii on keedusoola kristallid kuubid, kwartsi — kuuekandilised prismid jne. (Kujundid 1, 2 ja 3.)

Loodusteaduse osa, mis kristallide omadusi waatleb, kristalle kirjeldab ja liigitab, nimetatakse kristallograafiaks.

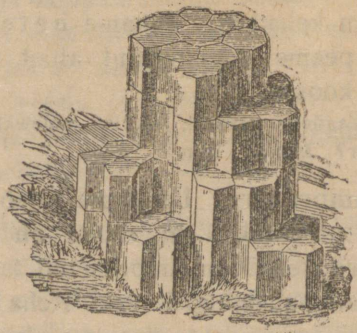
Suur hulk kehi on aga ilma ühegi kindla wälise wormita, näit. sawi, liiwkiwi, klaas j. t. Nende kehade ainet nimetatakse **amorf aineks.**

1. kujund.



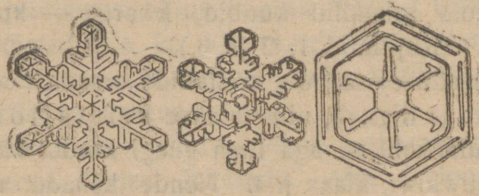
Mäekristallide pesa.

2. kujund.



Basalt. Tulbas kristallid.

3. kujund.



Lume kristallid.

Aine kristalline worm on püsiw ja lõpulikult iseloomustataw omadus. Ei ole kahte ainet, millel on ühesugune kristalline worm. Tuleb aga ette, et üks ja seesama aine rohkem kui ühe kristallise kuju omab, näit. wääwel. On ka aineid, mis kristall kui ka amorf kehadena esitatud on, näit.: räni, wääwel ja t.

2. Keemilised nähtused.

Aine moondumus. Wõtame tuttawa aine näit. tükk puhast läikiwat rauda. Raua füüsikalistest omadustest nimetame järgmised: 1) raual on metalli läik, 2) rauda tõmbab magneedi raud külge, 3) raua erikaal on 7,5, 4) raud on wetruw, 5) raua wärw on hele hall.

Kui raua tükk mõni aeg niiskes õhus seisab, siis paneme tähele, et raua omadused muutuwad: kõige pealt ilmub pinnale punakas kord, rooste, mis raua sisse tungib, kunni raud läbi on roostetanud. Arusaadaw, et rooste rauast on tekkinud, kuid roostel on hoopis ise omadused. Ta on punakas pruun, erikaal on 4,5, magneet ei tõmba teda, on rabe puru. Raud on roosteks moondunud. Raud ja rooste on kaks ise ainet, sest et nende füüsikalised omadused on täiesti isesugused. Selle nähtuse juures paneme tähele, et iga raua osa äkitselt, hüppena, ilma wahepealse olekuta roosteks moondub.

4. kujund.



Piirituse lamp. Wõib walmistada tindiklaasist ja torukesest, mille läbi tõmmatakse puuwilla taht.

Wõtame tükikese magneesiumi linti. Magneesium on hõbeläikega metall, wetruw. Kui teda tule peal kuumutada, siis sütib ta põlema. Põlemine sünnib kiiresti ja suure leegiga. Peale põlemist jääb järele walge aine, mis näppude wahel pulbriks õõrdub. Metalline magneesium on moondunud teiseks aineks, mis magneesiumi hapendiks nimetatakse.

Hoiame tükikese wasktraati (missugused on wase omadused?) kauemat aega tules, siis moondub ta mustaks aineks, alguseks ainult pinnalt, pärast ka läbi, mis wase hapendiks nimetatakse.

Soendame katseklaasis (5 kujund) tükikese suhkurt. Suhkur hakkab enesest suitsu ja wedelikku wälja ajama ja

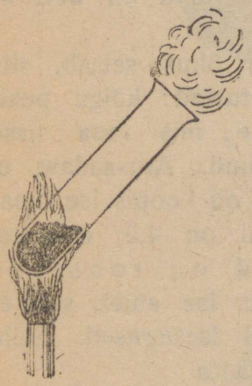
moondub lõpuks s ö e k s. Suhkrul ja söel on hoopis ise omadused (missugused?), need on kaks ise ainet.

Nagu neist katsetest ja waatlustest näha, w õ i b a i n e **moonduda** t e i s e k s. Et aine on moondunud teiseks, seda järeldame tema omaduste muutusest.

Küsimused ja ülesanded. Soendage katseklaasis puupuru. Milleks moondub puu? Waadelge peeru põlemist. Missugused moondumused leiawad siin aset? Mis sünnib rõõsa piimaga kui ta seisab soojas kohas?

Mis on keemia. Nähtusi, mille juures aine moondumus sünnib, nimetatakse **keemilisteks nähtusteks.** Loodusteaduse osa, mis uurib ainet ja aine moondumusi nimetatakse **keemiaks.**

5. kujund.



Suhkru sõetamine. Gaasid, mis suhkrust eranewad, põlewad.

Keemia on lähedalt suguluses füüsikaga. Keemilisi nähtusi saadawad ikka füüsikalised nähtused, nagu seda nägime: k e e m i l i s e moondumuse tagajärjel muutusid aine f ü ü s i k a l i s e d omadused ja ümberpöördult: füüsikaliste omaduste muutustest järeldame keemilise moondumuse sündimist.

Nii hästi füüsika kui keemia tegutsewad ainega, mateeriaga, millest ilm ehitatud. Kuid füüsika uurib neid nähtusi, mille juures a i n e e i m o o n d u.

Keemiliste nähtuste juures muutuwad wõetud aine füüsikalised omadused, ühes sellega sünnib aine moondumus hüppega.

Füüsikalised nähtused on ajutised, möödaminewad, nad kaowad ühes põhjustega, mis neid wälja kutsunud.

Keemilised moondumused on püsiwad, kestwad.

Mitmete nähtuste juures on raske otsustada, kas nad on keemilised wõi füüsikalised. Nii sünnib soendamise juures kindlate kehade üleminek wedelasse olekusse, wedelikkude üleminek gaasiks; jahutamisega saame harilikult wõetud kehad tagasi. Wahest sünnib sarnaste nähtuste juures ka aine moondumus.

Niisuguseid nähtusi, mille juures esile tulewad keemilised ja füüsikalised ilmuwused, nimetatakse w a h e l i s t e k s, füüsiko-keemilisteks.

Küsimused ja ülesanded. Kuumutame tules rauda. Mis sünnib rauaga? Kui raud jahtunud, kas on tema omadused muutunud? — Kas muutuwad kumerklaasi omadused, wõi selle keha omadused, mis kumerklaasi läbi waadatud on suuremad, wähemad wõi ümberpöördud?

Keemia jaotus. Keemia jaguneb mitmesse ossa: katseline ehk kirjeldaw keemia, kus keemilisi aineid, ühendusi ja nende omadusi uuritakse ja kirjeldatakse; teoreetiline keemia, mis uurib neid seadusi, põhjusi, mis keemia nähtusi wälja kutsuwad; analüüdiline keemia, mis uurib ainete arwulist ja sisulist koosseisu.

6. kujund.



Wääwli soendamine. Et wääwel mitte põlema ei hakkaks, tuleb korgitada katseklaasi awus watiga.

Mehaaniline segu. Wõtame ühe palju mahu järele rauapuru ja wääwliõit. Tutwuneme alguses wõetud ainete omadustega.

Wääwel on kollane. Müügil on olemas kahesugune wääwel: kangaswääwel ja wääwliõis. Meie katse jaoks on wõetud wääwliõis.

Wääwliõis, kui teda wee pinnale puistata, ujub wee peal. Ta ei sula wees. Küll aga sulab isesuguses wedelikus, mis wääwelsüsinikuks nimetatakse, nimelt 41 : 100,10° C juures, s. t. 41 kaalu üksust wääwlit sulab 100 k.-ü. wääwelsüsinikus; wedeliku temperatuur on sellepärast juure lisatud, et, nagu eespool selgub, aine sulawus oleneb temperatuurist. (Wääwelsüsinikuga peab ettewaatlikult talitama. Ta on mürgine ja tema aur plahwatab kergesti põlema.)

Soendamisel watiga korgitud katseklaasis (6 kujund) sulaneb wääwel +114° C. juures. Teda ei tõmba enese külge magneedi raud. Tilgutame wääwli peale soolhapet, — selle juures ei märka meie mingisugust nähtust.

Need on wääwli alalised omadused.

Waatleme nüüd rauapuru omadusi.

Raud on hall. Erikaal on 7,5. Raud ei sula wees, ega wääwelsüsinikus. Soendame teda katseklaasis, — ta ei lähe wedelaks, sest et raud sulaneb ainult kõrge (+1505°C.) temperatuuri juures. Magneedi raud tõmbab enese külge rauda.

7. kujund.



Uhmer ja uhmri nui.
Enne kui mingisugust keha uhmris peeneks õõruda, tuleb teda puhastada.

Tilgutame soolhapet raua peale: soolhape hakkab keema, kuid ei tundu halba haisu.

Segame u h m r i s (7 kujund) wääwlit ja rauda ja waatleme saadud aine omadusi.

Segu wärw ei ole küll hall ega ka kollane, kuid mikroskoobi (8 kujund) all näeme segus nii hästi halle raua, kui ka kollaseid wääwli terakesi kõrwuti, — segu ei ole mitte ühtlane, homogeen.

Peale wärwi on säilinud ka teised raua ja wääwli omadused: magneedi raud tõmbab segust ainult raua terakesed wälja; kui segu wette puistata, siis wajuwad raua tükikesed põhja, kuna wääwliõis wee pinnale jääb. Wääwelsüsinikus sulab ainult wääwel, raud sadeneb põhja.

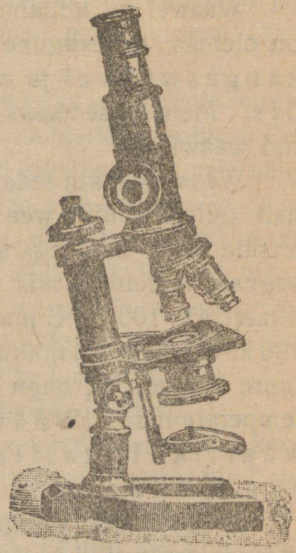
Nii näeme, et saadud **segul** ei ole ü h t l a s i omadusi: igas suhtes on alal hoidunud kahesugused omadused, s. o. nende ainete omadused, millest ta on saadud.

Mitteühtlane keha, mis ainetest segamise teel saadud, nimetatakse **mehaaniliseks seguks.**

Arusaadaw on, et segatawaid aineid wõib wõtta mitmesuguses kaalu suhtes.

Küsimused ja ülesanded. Missugused omadused on soolal? Liiwal? Soola

8. kujund.



Mikroskoop.
Waadetaw asi seatakse lauakesele, kuhu juhitakse alt peegliga walguse kiired.

ja liiwa segul? Puupurul ja sawi segul? Missuguses kaalu suhtes wõib aineid segada? Walmistage mitmesuguses kaalu suhtes soola ja liiwa segu. Kuda muutuwad segu omadused?

Keemiline ühendus. Walmistame uuesti raua ja wääwli segu nii, et rauda on 7 kaalu-üksust (grammi) ja wääwlit 4 k.-ü. (grammi). Walmis segu puistame katseklaasi, mida tules soendame alt otsast. Kui segu alt punaseks lööb, wõtame katseklaasi tulelt ära. Nüüd näeme, et segu läheb iseenesest läbi kuumaks, punaseks.[1]) On keha jahtunud, waatleme saadud ainet.

Ta on kõwa keha. Musta wärwi. Magneedi raud ei tõmba teda külge. Õõrume tükikese uhmris peeneks ja puistame wette: kõik sadeneb põhja. Tilgutame aine peale soolhapet: tunneme wänget mädamunade haisu; hais tekib gaasist, mis soolhape mõjul eraneb, — s. o. wääwel wesinik. Waadeldes mikroskoobi all saadud aine puru, näeme täiesti homegeen ainet.

Et saadud aine täiesti ühtlane on ja tema omadused wõetud ainete omadusest lahku lähewad, siis peame järeldama, et oleme saanud uue aine rauast ja wääwlist. Seda ainet nimetatakse wääwlisrauaks.

Uus homogeen aine, mis kahest wõi rohkematest ainetest on saadud, nimetatakse **keemiliseks ühenduseks.** Keemilise ühenduse juures sünnib aine moondumus, mis mehaanilise segu juures mitte ette ei tule.

Keemilise ühinemise juures kaotawad ained oma omadused ja saadakse täiesti uus aine uute omadustega. See on keemilise ühenduse oluline tunnus.

Küsimused. Kas säiliwad ainete omadused mehaanilises segus? Keemilises ühenduses? Missugused raua omadused muutusid keemilise ühenduse juures? Wääwli?

Keemiline sugulus. Mehaanilist segu wõib saada igasugustest ainetest, kuid keemiliselt ei ühine mitte kõik kehad üksteisega. Nii ei saa näit. ühendada keemiliselt rauda ja kulda, waske ja wesinikku jne.

---

[1]) Selle katse juures wõib katseklaas praguneda.

Et ainult teatud ained üksteisega ühinedes uue keha loowad, siis peab oletama, et nende ainete wahel on tegew mingisugune jõud, mis sunnib aineid keemiliselt ühinema. Seda jõudu nimetatakse **keemiliseks suguluseks, affiniteediks.**

Keemilise suguluse tagajärjel püsiwad koos kõik keemilised ühendused.

Ühede ainete wahel on affiniteet kindlam, suurem, — teiste wahel nõrgem, wähem; sellepärast ühinewad mõned kehad kergemini, teised mitte nii kergesti.

Kui ettekujutada, et keemiline sugulus kaoks ainete wahel, siis laguneksid kõik kehad, mis on tekkinud keemilise ühinemise teel ja püsiksid ainult need, mis on koos ainult ühest ainest.

Keemilised reaktsioonid. Ilmuwused keemias, mille juures üks aine teiseks moondub, nimetatakse **reaktsioonideks.** Keemias esinewate ilmuwuste mitmekesiduse peale waatamata, wõib neid eraldada siiski ainult kolmeks isesuguseks reaktsiooniks. Need on: ühendus, lagumine ja aseldus ehk substitutsioon.

Kui kaks wõi rohkem aineid moonduwad kolmandaks, siis sünnib **ühenduse reaktsioon.**

Ühenduse reaktsiooni esitab katse, kus raud ja wääwel wääwlisrauaks moondusid.

Wõtame natukene elawhõbeda oksüüdi, mis punase pulbri taoline, ja mahutame kuiwa katseklaasi. Katseklaasi soendades sünniwad järgmised ilmuwused: katseklaasist lahkub gaas, milles hõõguw peeruke põlema hakkab. Hõõguw peerg tuleb suruda katseklaasi elawhõbeda oksüüdi lähedale. See gaas on hapnik. Peale seda näeme katseklaasi seintel elawhõbeda korda, mille peeruga maha wõib kraapida. Kui katseklaasi kauemat aega soendada, siis kaob punane pulber täiesti ära: ta on hapnikuks ja elawhõbedaks lagunenud. Seda nähtust, mille juures ühest ainest kaks wõi rohkem aineid saadakse, nimetatakse **lagumise reaktsiooniks.**

Ülewalpool tootud katse, millel ajalooline tähtsus, pani 1774. a. keemik *Priestley* toime. Tema oli esimene, kes hapnikku sai.

Sulatame katseklaasis wees wasewitrioli kristallikese. Saadud sulatis on helesinine. Kui nüüd riputada sulatisse natukene puhast rauapuru ja katseklaasi hästi loksutada, siis näeme, et klaasi põhja sadeneb w a s e p u r u ja sulatis muutub rohekaks. Sarnase roheka sulatise saame, kui wees sulatame r a u a w i t r i o l i.

Ilmuwust tuleb nii seletada. Wasewitriol on wase ja teiste ainete keemiline ühendus. Kui puistasime rauapuru tema sulatisse, siis raud t õ r j u s sulatisest wase põhja, kuna raud ise astus keemilisse ühendusse ja sünnitas rauawitrioli. S a r n a s t n ä h t u s t, m i l l e j u u r e s ü k s a i n e a s t u b t e i s e a s e m e l e, n i m e t a t a k s e **aseldus e reaktsiooniks** ehk **substitutsiooniks.**

Aine säilimisseadus. Keemilise ühenduse juures sünnib uus aine uute omadustega. Tõuseb küsimus, kas muutub ka ainete **mass?** Mõnede keemiliste nähtuste juures paistab nagu aine kaoks. Nii teab igaüks, et põlemise juures, mis on õieti keemiline ühendus, peale tuha, mis puust palju kergem, muud midagi ei säili.

Hoolika kaalumisega on täiesti kindlasti näidatud, et keemias ettetulewate reaktsioonide juures wõetud ainete mass, s. o. nende kaal mitte ei muutu. Kui wõetud ja saadud kehade kaalu wõrrelda, siis näeme, et need on wõrdsed.

Aine on igawene. Seda algmõistet nimetatakse aine **säilimisseaduseks.**

Selle tähtsa seaduse tõendas prantsuse keemik *Lavoisier* (1743—1794) kaalude abil.

Kaalud edendawad wäga tähtsat osa keemias. Ainult nende tundelikkus peab suur olema. Keemias tarwitatawate kaaludega wõib kunni 0,00001 *gr* kaaluda.

Soojus ja keemilised reaktsioonid. Et wääwli ja raua keemilist ühendust wälja kutsuda, selleks oli waja nende segu s o e n d a d a. Kui reaktsioon oli alganud, siis läks ta iseenesest edasi, mille juures eraldus suur hulk soojust, — wääwlis raud läks hõõgkuumaks.

Katses elawhõbeda oksüüdiga tuli kogu aeg kuumutada, senni kui oli lõpule wiidud keha keemiline lagumine.

Ses suhtes, kas keemilise reaktsiooni juures soojust eraldub wõi soojust tarwitatakse, jaotatakse keemilisi reaktsioone **soojaandjateks (eksotermilised) ja soojawõtjateks (endotermilised).** Ühede nähtuste juures sünnib reaktsioon wabatahtlikult, kuna teiste juures seda peab sundima soojuse abil.

Nii on siis keemiliste reaktsioonide juures sooja sünnitamine wõi sooja tarwitamine tähtis ilmuwus. Kui soojuse eraldus õige suur on, siis sünnib ka walgus. Oma korda ka walguse kiired kutsuwad wälja keemilisi reaktsioone: walge paber läheb walguse kiirte mõjul kollaseks, wärwilised — kaotawad wärwi jne.

Keemilisi nähtusi saadawad peale soojuse ja walguse weel muud füüsikalised nähtused (elektri ilmuwused ja t.). Füüsikast teame, et walgus, soojus, elekter, mehaaniline jõud üksteist saadawad wõi sünnitawad. Nad on energia teisendid. Energia all tuleb mõista kõike, mis tööst sünnib wõi tööks muutub.

Et energia mitmesugused kujud seisawad ühenduses keemiliste reaktsioonidega, siis järeldame sellest, et ka keemiliste nähtuste juures on tegew isesugune energia kuju, mida nimetame **keemiliseks energiaks.** Keemiline energia wõib moonduda muuks energiaks, niisama ka igasugune teine energia — keemiliseks.

Energia ei kao, waid moondub ainult teisekujuliseks. See tõde kannab **energia säilimisseaduse** nime. Seda seadust tõendasid *J. R. Mayer'i* (1842), *Colding'i* (1843) ja *Helmholtz'i* (1847) katsed ja wäited.

3. Aine ehitus.

Lihtained ja liitained. Keemilise ühenduse tagajärjel sünnib uus aine, uute omadustega. Nii saime kahest ainest, wääwlist ja rauast, uue ühtlase aine — wääwlisraua. Kui ühte wõi teist keha waadelda, siis wõib tõusta küsimus, kas ei ole see aine keemilise ühenduse juures sündinud, nagu wääwlisraud, ja nimelt missugustest tuntud ainetest ta on tekkinud?

Iseäranis rõhutas seda mõtet *Lovoisier* omas töös „*Traité de Chimie* (1789). *Lavoisier* näitas ka katsete waral, et suurem hulk kehi seisab koos teistest, tuntud ainetest. Ühe *Lavoisier*

katsega tutwunesime juba, kus elawhõbe oksüüd lagunes hapnikuks ja elawhõbedaks. Kuid katsete waral on jõutud otsusele, et on kehi, mis koos seisawad ainult ühest ainest. Wähemasti tänini ei ole korda läinud lahutada näit. kulda, rauda, wääwlit ja t. Neid kehi, mis koos seisawad ainult ühest ainest, nimetatakse **lihtaineteks.** *Lovoisier* nimetas neid **elementideks.** (Pärastpoole näeme, et tuleb wahet teha elemendi ja lihtaine wahel.) Kehad, mis on sündinud teistest ainetest keemilise ühenduse teel, nimetatakse **liitaineteks.**

Liitained on näit.: wesi, suhkur, klaas, seep j. t.; lihtained: raud, kuld, wask, wääwel, hapnik ja t.

Mitmed ained, mis enne lihtaineteks loeti, on nüüd lahutawad. Niisama on wõimalik, et ka mitmed kehad, mis meie ajal lihtaineteks loetakse, tulewikus annawad ennast lahutada.

Mõte, et suurem hulk kehi on liitainest, wäljendati juba greeka filosoofide poolt. *Lavoisier* ja pärastised teadlased tegid selle mõtte katsete teel näitlikuks.

Elemendid ja ühendused. *Lavoisier* nimetas lihtained **elementideks.** Elemente on wõrdlemisi wähe, praegusel ajal tuntakse neid kaheksakümne wiie ümber.

Elementidest seisawad koos **ühendused.** Igal elemendil on oma keemiline energia, mis ta enesega ühendusse kaasa toob.

Suurem osa elemente leidub maa peal õige wähesel arwul. *F. W. Clarke* arwamise järele järgmised elemendid sünnitawad peaaegu 99% maakera koorest:

Hapnik	49,98
Räni	25,30
Alumiinium	7,26
Raud	5,08
Kaltsium	3,51
Magneesium	2,50
Naatrium	2,28
Kaalium	2,23
Wesinik	0,94
Titaan	0,30
Süsinik	0,21
	99,59%

Element ja lihtkeha ei ole mitte üks ja sama. Raud, wääwel, wask, kuld, hapnik ja t. kehad, mida ei saa lahutada teisteks aineteks, on lihtained. Neil on omadused, mille järele neid tunneme. Wääwel ja raud, mis üksikult katseklaasis, hapnik, mis elawhõbe oksüüdist eraldub, — need on lihtained.

Wääwlisraud, mis keemilise ühenduse teel saadud, sisaldab eneses rauda ja wääwlit, kuid meie ei näe wiimaste omadusi kuski. Tähendab, lihtainete omadused on keemilises ühenduses, liitkehas, muutunud. Sellepärast öeldakse, et liitkehas on ühinenud ainete elemendid: wääwlisrauas ei ole ühinenud mitte raud ja wääwel kui lihtkehad, waid raud ja wääwel kui elemendid.

Wääwlisraua saamiseks wõtsime kaks lihtainet: raua ja wääwli. Mehanilises segus oliwad ka ikka samad lihtained. Kuid segu soendamisel ühinesid kaks elementi: raud ja wääwel. Wääwlisrauas on siis olemas raud ja wääwel elementidena.

Üksikult on olemas lihtkehad, keemilistes ühendustes — elemendid.

Elementide tabel

ühes rahwuswaheliste aatomi kaaludega 1919. a.

Keemiline märk	Ladina keelne nimetus	Eesti keelne nimetus	Aatomi kaal O=16
Ag	Argentum	Hõbe	107,88
Al	Aluminium	**Alumiinium**	27,1
Ar	Argon	*Argoon*	39,88
As	Arsenicum	Arseen	74,96
Au	Aurum	Kuld	197,2
B	Boron	Boor	11,0
Ba	Baryum	Baarium	137,37
Be	Beryllium	Berüllium	9,1
Bi	Bismutum	Wismut	208,0
Br	Bromium	Broom	79,92
C	Carboneum	**Süsinik**	12,005

Keemiline märk	Ladina keelne nimetus	Eesti keelne nimetus	Aatomi kaal O=16
Ca	Calcium	**Kaltsium**	40,07
Cd	Cadmium	Kaadmium	112,40
Ce	Cerium	*Tseerium*	140,25
Cl	Chlor	**Kloor**	35,46
Co	Cobaltum	Koobalt	58,97
Cr	Chromium	Kroom	52,0
Cs	Caesium	*Tseesium*	132,81
Cu	Cuprum	**Wask**	63,57
Dy	Dysprosium	*Düsproosium*	162,5
Er	Erbium	*Erbium*	167,7
Eu	Europium	*Euroopium*	152,0
F	Fluor	Fluor	19,0
Fe	Ferrum	**Raud**	55,84
Ga	Gallium	*Gallium*	69,9
Gd	Gadolinium	*Gadoliinium*	157,3
Ge	Germanium	*Germaanium*	72,5
H	Hydrogenium	**Wesinik**	1,008
He	Helium	*Heelium*	4,00
Hg	Hydrargyrum	Elawhõbe	200,6
Ho	Holmium	*Holmium*	163,5
In	Indium	*Indium*	114,8
Ir	Iridium	*Iriidium*	193,1
J	Jodium	Jood	126,92
K	Kalium	**Kaalium**	39,10
Kr	Krypton	*Krüptoon*	82,92
La	Lanthan	*Lantaan*	139,0
Li	Lithium	Liitium	6,94
Lu	Lutetium	*Luteetsium*	175,00
Mg	Magnesium	**Magneesium**	24,32
Mn	Manganium	Mangaan	54,93
Mo	Molybdän	Molübdeen	96,0
N	Nitrogenium	**Lämmastik**	14,01
Na	Natrium	**Naatrium**	23,00
Nb	Niobium	*Nioobium*	93,5
Nd	Neodym	*Neodüüm*	144,3
Ne	Neon	*Neoon*	20,2

Keemiline märk	Ladina keelne nimetus	Eesti keelne nimetus	Aatomi kaal 0=16
Ni	Niccolum	Nikkel	58,68
Nt	Niton	*Nitoon*	222,4
O	**Oxygenium**	**Hapnik**	**16,00**
Os	Osmium	*Osmium*	190,9
P	Phosphorus	Fosfor	31,04
Pb	Plumbum	Tina	207,20
Pd	Palladium	*Pallaadium*	106,7
Pr	Praseodym	*Praseodüüm*	140,9
Pt	Platina	Platiin	195,2
Ra	Radium	*Raadium*	226,0
Rb	Rubidium	*Rubiidium*	85,45
Rh	Rhodium	*Roodium*	102,9
Ru	Ruthenium	*Ruteenium*	101,7
S	Sulfur	**Wääwel**	32,06
Sb	Stibium	Antimoon	120,2
Sc	Scandium	*Skandium*	44,1
Se	Selen	*Seleen*	79,2
Si	Silicium	**Siliitsium,** räni	28,3
Sm	Samarium	*Samaarium*	150,4
Sn	Stannum	Inglistina	118,7
Sr	Strontium	Strontsium	87,63
Ta	Tantal	*Tantaal*	181,5
Tb	Terbium	*Terbium*	159,2
Te	Tellur	*Telluur*	127,5
Th	Thorium	*Toorium*	232,4
Ti	Titan	Titaan	48,1
Tl	Thallium	*Tallium*	204,0
Tu	Thulium	*Tuulium*	168,5
U	Uran	Uraan	238,2
V	Vanadium	*Wanaadium*	51,0
W	Wolfram	Wolfram	184,0
X	Xenon	*Ksenoon*	130,2
Y	Yttrium	*Üttrium*	88,7
Yb	Ytterbium	*Ütterbium*	173,5
Zu	Zincum	Tsink	65,37
Zr	Zirkonium	Tsirkoonium	90,6

Kõige sagedamini esinewate elementide nimetused on j nedate tähtedega trükitud, õige harwa ettetulewad elemendid *kursiiwiga*, hariliku trükiga on trükitud nende nimetused, mis ei ole haruldased.

Elementide sümboolid. Elementide nimetused on wõetud suuremalt jaolt ladina keelest ja nad tähendawad mõnda elemendi omadust, wärwi wõi muud.

Elementisid märgitakse keemias sümboolidega, mis tuletatud elemendi ladina keelsest nimest. Wõetakse harilikult esimene täht, kui aga ühe tähega mitu elementi algawad, siis lisatakse esimesele tähele juure järgmine wõi mõni keskmine täht. Näituseks: Wääwel = S (sulfur), broom = B (boron), hõbe = Ag (argentum), alumiinium = Al (aluminium), argoon = Ar (argon), arseen = As (arsenicum) jne.

Esimesena tarwitas sümboole rootsi keemik *Berzelius*.

Neid sümboole ei ole waja, muidugi, pähe õppida: tarwitamise juures jääwad nad iseenesest meele.

Metallid ja mittemetallid. Keemilised elemendid jaotatakse harilikult metallideks ja mittemetallideks (metalloidid). Wahe nende wahel ei ole küllalt kindel. On ka elemente, millel nii hästi metalli kui ka metalloidide omadused. Metallidel on metallläik, juhiwad soojust ja elektrit, on taotawad, wenitatawad; need omadused puuduwad mittemetallidel, wõi on nõrgalt esitatud.

Palju tähtsam lahkuminek nende kahe grupi wahel on keemiline.

4. Keemias ettetulewad toimetused.

Sulatamine. Igapäewastest nähtustest on teada, et mitmed kõwad kehad sulawad (lahuwad) wedelikkudes. Nii sulawad sool ja suhkur wees. Ka wedelikud sulawad wedelikkudes (näituseks piiritus wees), gaasid wedelikkudes (näit.õhk wees) jne.

Wõtame wett klaasi ja puistame sinna soola. Sool alguses sulab wees, kuid kui soola ikka rohkem juure lisada, siis näeme wiimaks, et sool enam ei sula.

Wedelik, milles mõni aine sulatatud, nimetatakse selle aine **sulatiseks.** (Soola sulatis, suhkru sulatis jne.)

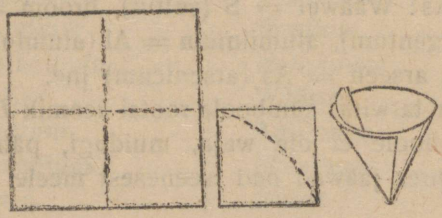
Kui wedelikus enam ei sula wõetud ainet, siis öeldakse, et sulatis on **küllastatud.** Kui weel sulab, siis **küllastamatu.** Wedelik, mis peaaegu küllastatud, nimetatakse **kontsentreeritud** sulatiseks.

Küllastatud ja kontsentreeritud sulatistele wedelikku juure lisades saame **lahjendatud** sulatise.

Aine sulawus oleneb temperatuurist ja õhu rõhumisest.

Walmistame küllastatud sulatise weest ja maarjast, nii et põhja jääb sulamata ainet. Soendame sulatist, Siis näeme, et maarjas sulab. Teatud temperatuuri juures sulab teatud hulk ainet.

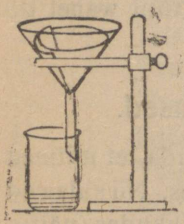
9. kujund.



Filtre walmistamine.

Gaaside sulawus wedelikkudes suureneb õhu rõhumisega. Seda nähakse limonaadi ja teiste kihisewate jookide juures. Kui pudel awada, siis wäheneb õhu rõhumine ja gaas lahkub.

10. kujund.



Filtreerimine, kurnamine.

Wedelikku peab lehtrisse walama ettewaatlikult, et paber ei kärtseks.

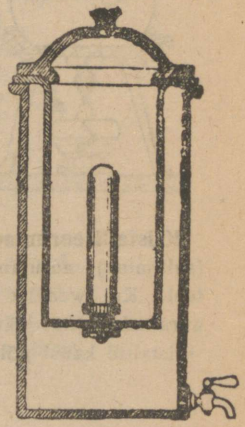
Filtreerimine. Wesi ja teised ained on tihti segased. Kui neis wähemad wõi suuremad läbipaistmatad kehad ujuwad, mis wedelikus ei sula. Neist ujuwatest, kaaluwas olekus (suspendeeritud) kehadest wõib wedelikku wabastada **filtreerimisega,** kurnamisega.

Filtreerida wõib wedelikke läbi urbsete ja sõmerate kehade, missugused on liiw, söepuru ja eriti seks otstarbeks walmistatud urbsed, poorsed kiwid. Keemias filtreeritakse harilikult läbi filtreerimispaberi, mis seatakse lehtrisse. (9 ja 10 kujundid).

Wedelik, mis läbi filtri on lastud, nimetatakse **filtraadiks**. Joogiwee filtreerimiseks tarwitatakse mitmesugusid riistu, kus tähtis osa on poorilisel waheseinal. (11 kujund).

Wõtame soolasulatise, mis mullaga on sogaseks tehtud. Sarnase wedeliku filtreesimisel saame soolasulatise, kuid selge.

11. kujund.



Joogiwee filter. Wesi filtreerib läbi poorilise tsilindri.

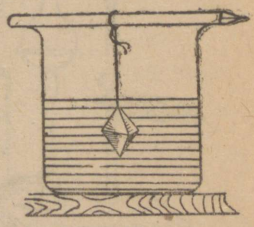
Kristalliseerimine Walmistame küllastatud sulatise maarjast ja jätame selle kauemaks ajaks seisma. Kui wesi hakkab aurama, siis maarjas sadeneab anuma põhja kristallidena. Kui sulatisse niidikene riputada, siis kogunewad kristallid niidi külge (12 kujund).

Kui sulatist aurutada, siis wedelik hajub, kuna sulatatud aine kristallikestena jääb aurutamise kaussi (13 kujund).

Kristalliseerinud aine on keemiliselt täiesti puhas. Sellepärast tarwitatakse kristalliseerimist aine puhastamise otstarbel.

Nõrutamine, dekantatsioon. Kui segast wedelikku kauemat aega seista lasta, siis waowad raskemad kehad põhja ja selguwa wedeliku wõib pealt maha **nõrutada** (14 kujund). Nõrutamist tarwitatakse ka pesemise juures, kui sõmera aine wahelt tahetakse lahutada mingisugust wedelikku wõi teist kergemat ainet. Nõrutamisega wõib, näituseks, liiwa sawist eraldada.

12. kujund.

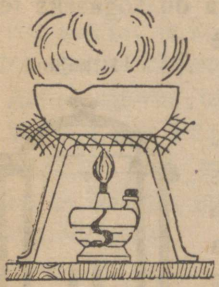


Kristalliseerimine küllastatud sulatisest. Niidikese otsa seatagu alguses wäikene kristallikene sulatatud ainet.

Ajamine, destilleerimine. Wedelikud muutuwad keedes auruks, mis jahtudes uuest wedeldub.

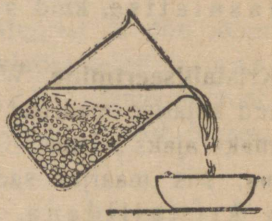
Walmistame soola sulatise wees, kuhu tinti juure lisame. Saadud segu walame kolpi ja toimetame ajamist nii, kui 15 wõi 17 kujundid näitawad.

13. kujund.



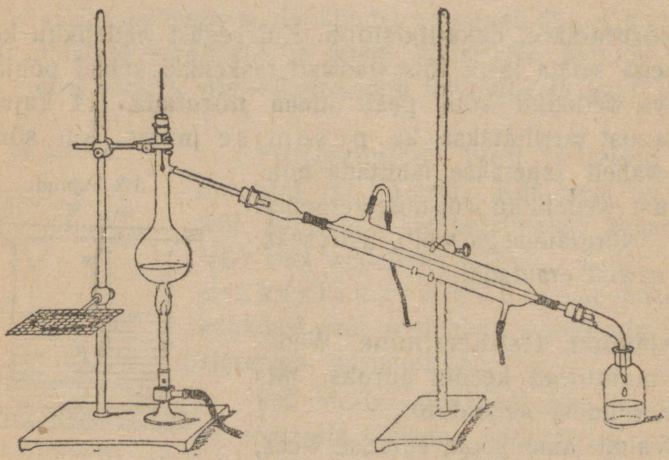
Kristalliseerimine
(seltimine) aurutamise teel. Kui wedelik ära auranud, siis jääwad kristallid kausi põhja.

14. kujund.



Nõrutamine.
Nõrutamise juures tuleb ettewaatlikult kallata, et põhja sadenenud kehad wedelikku ei sogaks.

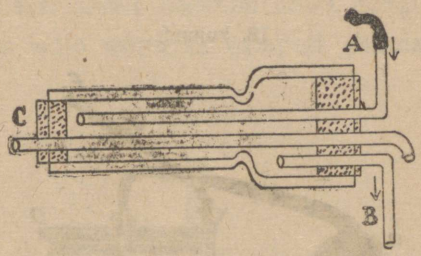
15. kujund.



Destilleerimine.
Kolbis on aetaw wedelik. Keemise temperatuuri näitab termomeeter. Aur wedeldub j a h u t a j a s (Liebig'i jahutaja), millest külm wesi läbi jookseb.

Suuremal hulgal destilleeritud wee saamiseks on walmistatud ajamisekatel (18 kujund). Destilleeritud wett tarwitatakse rohtude walmistamiseks, keemias, fotograafias jne.

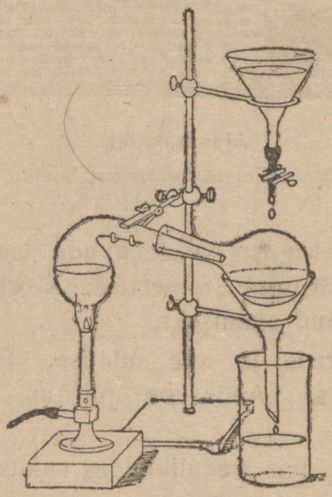
16. kujund.



Liebig'i jahutaja.

Walmistatud lambiklaasist. Torust A jookseb külm wesi, B-st woolab soenenud wesi wälja. Mõlemist korgist läbikäiwa toru C ots ühendatakse kolbiga, milles wett aurutatakse.

17. kujund.

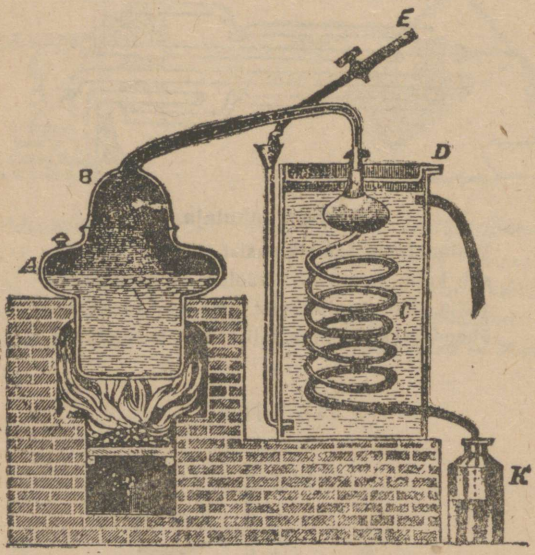


Wedeliku ajamine lihtsamal teel.

Kui mitu isesugust wedelikku on segatud ja tahetakse need eraldi kätte saada, siis peab ajamist toimetama mitme-

suguse temperatuuri juures, nimelt nende temperatuuride juures, kus iga üksik wedelik k e e b. Alguses tuleb wälja ajada see wedelik, mis kõige madalama temperatuuri juures, siis wedelik, mis wähe kõrgema temperatuuri juures keeb jne.

18. kujund.



Ajamisekatel.
Weeajamiseks suuremal hulgal.

Ajamist mitmesuguste wedelikkude lahutamiseks isesuguste temperatuuride juures, nimetatakse **järguliseks ajamiseks**, ehk fraktsiooneeritud ajamiseks.

Wõtame piirituse ja wee sulatise. Toimetame alguses ajamist 60° juures. Aetis on piiritus, ülejäänud wedelik — wesi.

Kõwad kehad, mis wedelikkudes sulatatud, jääwad anumasse, milles ajamist toimetatakse.

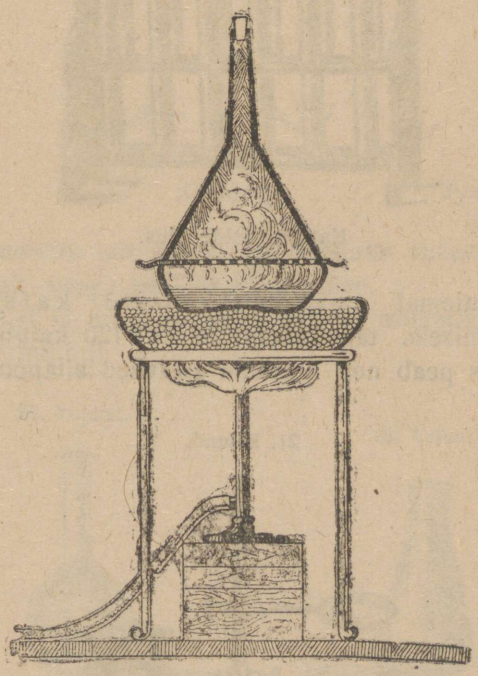
Sublimatsioon. Kõwad kehad muutuwad kuumutamisel alguses wedelikuks ja siis auruks. Jahutamisel anguwad kõige pealt jälle wedelikuks ja siis kõwaks kehas. Kuid on

olemas sarnased kehad, millede aur jahtumisel otsekohe muutub kõwaks kehaks. Seda nähtust nimetatakse **sublimatsiooniks.**

Wõtame tükikese naftaliini ja kuumutame seda katseklaasis. Ülemise katseklaasi äärele sadeneb kõwa naftaliin.

Katse jaoks wõib wõtta ka kamperi, salmiaki, joodi jne.

19. kujund.



Naftaliini sublimatsioon.

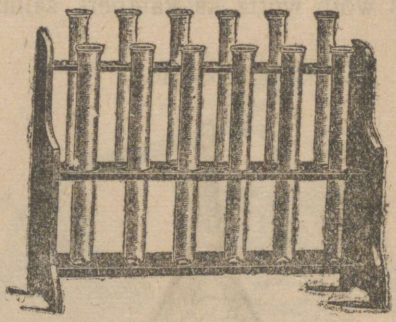
Ka wääwel ja wesi tekitawad sublimatsiooni madala temperatuuri juures (wääwliõis ja härmatis).

Soendame liiwale pandud kausis naftaliini (19 kujund). Kauss on kaetud filtreerimispaberiga, mis mitmes kohas noaga läbi torgatud. Üle paberi on seatud kuiw korgitud lehter.

Naftaliini wäikese tulega soendades, sublimeerub ta lehtri sisemistele seintele.

Keemias tarwitatawad riistad. Suuremalt jaolt tarwitatakse keemias klaas nõusid, mis õhukesest klaasist walmistatud. Neis nõudes wõib kuumutada, keeta jne., kus juures nad kaunis kindlad.

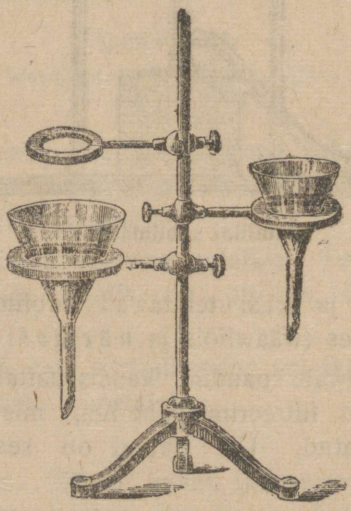
20. kujund.



Katseklaaside alus.

Kõige laiemat tarwitamist leiawad katseklaasid. Nende hoidmiseks tarwitatakse alust (20 kujund). Kuiwatamise juures peab neil keerama awaused allapoole.

21. kujund.



Lehtrite jalg.

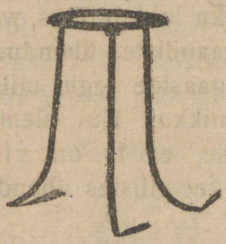
Lehtreid tarwitatakse wedelikkude walamise ja filtreerimise juures (21 kujund).

Ainete kuumutamiseks, metallide sulatamiseks, tarwitatakse tiigleid, mis portsellaanist, niklist wõi platiinist walmistatud (22 kujund). Kuumutamise juures seatakse nad kolmjalale (23 kujund).

23. kujund.

22. kujund.





24. kujund.



Tiigel. Kolmjalg. Portsellaan kauss.

Aurutamiseks tarwitatakse portsellaan kaussa (24 kujund), mis harilikult wõrgu peal kuumutatakse.

Kaalumist ja muid mitmeid katseid toimetatakse kolbides (25 ja 26 kujundid).

25. kujund.



26. kujund.



Kolb. Erlenmeyeri kolb.

Klaastorud, mis keemias wäga tihti tarwitatawad, lasewad ennast tulel soendamisel paenutada ja ka peenemaks wenitada. Poolitada wõib neid wiilide abil. Wiilitakse täke toru ühe külge ja jaotatawad pooled tõmmatakse wastupidises suunas koost ära.

Iga katse juures peab tarwitama ainult puhtaid ja kuiwi riistu.

B. Mittemetallid.

5. Hapnik.

Oxygenium, O=16,00.

Leidumus. Hapnikku leidub õhus, wees ja mitmesugustes orgaanilistes ja mitteorgaanilistes ühendustes.

Atmosfääri õhk on gaaside segu, milles 21% mahu järele (23% kaalu järele) hapnikku. Kui element leidub looduses lihtkehana, siis öeldakse, et ta on sidumata. Kui aga element esineb ainult keemilistes ühendustes, siis öeldakse, et ta on seotud.

Hapnik on õhus sidumata, wees seotud teise elemendiga. Wees on hapnikku 88,81%, wesinikku 11,19%, ehk: hapnikku $^8/_9$ ja wesinikku $^1/_9$.

Kui wesi ja õhk kaasa arwata, siis on kaalu järele peaaegu pool maakera pinda hapnik.

Saamine. Elemente wõib saada kahel wiisil: kui nad on looduses sidumata, siis tuleb neid teistest ainetest puhastada (nagu kulda liiwast); kui elemendid seotud, siis saab neid ainult keemilisel lahutamisel. Selle juures mõned elemendid isoleeriwad kergesti, kuna teiste eraldamiseks peab tarwitama kangeid keemilisi jõude.

Üks üldsemaist metoodidest wabade elementide saamiseks on nende ühenduste lahutamine elektriwoolu abil. Selle juures koguneb üks grupp elemente, metallid, katoodi juure. teine, mittemetallid, anoodi juure.

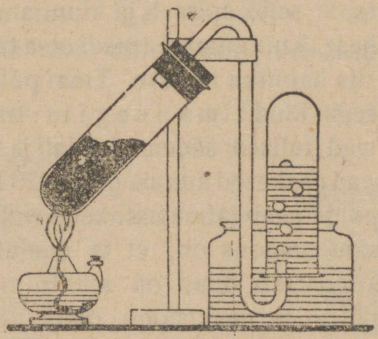
Hapniku saadakse harilikult keemilistest ühendustest lahutamise teel. Nii laguneb punane elawhõbeda hapend kuumutamisel hapnikuks ja elawhõbedaks.

Teine aine, millest saadakse hapnikku, on Bertholleti sool (kaaliumkloraat). Bertholleti sool on walge kristallaine, mis tarwitataw ka arstirohuna (kurgu kuristamisel) ja tuletikkude walmistamise juures. Kui kaaliumkloraati kuumutada kuni +357° C eraldub hapnik, mille juhime kinnisse anumasse (27 kujund).

Bertholleti soola lagumine sünnib aga weel kergemini (+200° C juures) ja rahulikult, kui teda segada p ü r o l u s i i d i g a ehk m a n g a a n - ü l i h a p e n d i g a (maht mahuga) Seejuures mangaan-ülihapend jääb ise lagumata. (Mangaan-ülihapend sisaldab ka hapnikku, kuid eraldab selle wast 400° C juures.)

Keemias on tähele pandud, et mitmed reaktsioonid sünniwad palju kiiremini ja kergemini mõne teise erapooletu keha juuresolekul. Neid kehi, mis kergendawad reaktsiooni sündimist ja ise selle juures jääwad muutmata, nimetatakse

27. kujund.



Hapniku saamine.

Katseklaasi kuumutagu pikkamisi ja ettewaatlikult, et niiske taht ei puudutaks kuuma klaasi.

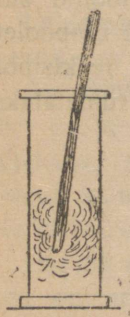
katalüsaatoriteks, ja nende mõju **katalüüdiliseks.** Mangaan-ülihapend on katalüsaator kaaliumkloraadi lagumise juures. Katalüüs ei ole weel keemias seletatud küllalt rahuloldawalt.

Bertholleti sool hõõrutakse uhmris peeneks. Hõõrumist tuleb teha puhtas uhmris ettewaatlikult, muidu plahwatab Bertholleti sool. Segatakse ühesuuruse mahu mangaan-ülihapendiga ja puistatakse segu katseklaasi (kolbi wõi retorti). Soendamisel hakkab eranema hapnik. Korjame 3—4 anumat hapnikku (10 *g* Bertholleti soola annawad $2^{3}/_{4}$ liitrit hapnikku, s. o. 39,16%).

Hapnikku saadakse weel niisama soendamisega: 1) elawhõbeda oksüüdist, kuid õige wähe, 7,4%; (selle juures wõib ka eralduda mürgist elawhõbeda auru). 2) mangaanhapu kaalist ja t.

Füüsikalised omadused. Hapnik on wärwita, lõhnata ja maitseta gaas; wees sulab ta wähe, ilma maitseta, 20° C juures 3:100. Ta on 1,1 kord atmosfääri õhust raskem: üks liiter O kaalub 1,429 *g*. (0° ja 760 *mm* õhu rõhumisel). Üks liiter õhku kaalub ainult 1,293 *g*.

28. kujuud.



Peeru põlemine hapnikus. Pärast katset walame nõusse lubjawett. Katame nõu pealt kinni ja loksutame läbi. Lubjawesi läheb walgeks.

Keemilised omadused. Hapnik on wäga reaktsiooniwõimuline ehk aktiiw gaas, s. t. ta ühineb peaaegu kõikide teiste elementidega (peale fluori ja m. t.) Hõõguw peerg hakkab heledalt põlema hapnikus. (28 kujund). Niisama ka süsi, wääwel ja t. kehad. Wõtame läbipõletatud uuri wedru wõi terastraadi, keerame selle spiraali ja kinnitame otsa taela tükikese. Kuumutame traadi otsa tuliseks ja surume siis hapniku nõusse. Traat põleb suure kuumusega, kuid ilma leegita: traadi otsast lendawad tulised sädemed laiali ja kukuwad hõõgawad osakesed anuma põhja (29 kujund). (Anuma põhja peab jätma natukene wett). Hapniku tähtsam omadus on, et ta **toetab põlemist.** Et atmosfääri õhus on ainult $^1/_5$ O, siis sünnib põlemise reaktsioon õhus aeglaselt, wähema energia eraldamisega.

Siin peab tähendama, et põlemise all mõeldakse keemias aktiiwist reaktsiooni soojuse ja walguse eraldamisega. Ka muud kehad ühinewad põledes, näit. raud ja wääwel.

Sütitame wääwli lusikas põlema ja surume hapnikku wääwel põleb heledal lillal leegil. (30 kujund).

Hapniku keemilised ühendused. Kõigis katsetes hapnikuga esinesid järgmised nähtused: I. põlew keha kadus ja selle asemele ilmus uus aine, — wääwli asemele ilmus nõrga lõhnaga gaas, wääwlisgaas, mis osalt wees sulab; söe asemele jäi anumasse gaas, milles peerg ei põle; raua küljest kukkus tulipunaseid kuulikesi ja sädemeid, mis anuma põhjas muutusid mustaks, rabedaks aineks, kuna nõu seintele sadenes kollakas rooste kord. 2. Kõige katsete juures sündis suur kuumus ja walgus. 3. Kõigis katsetes hapnik kadus ära.

Neist nähtustest järeldame, et wõetud ainete moondumus on aset olnud, ja et hapnik anumast wälja ei saanud, siis järeldame, et wõetud ained on hapnikuga ühinenud.

Katsetega on näidatud, et kui wõetud ained ja hapnik on kaalutud, siis ühendused sünniwad järgmiselt:

Süsi	+	hapnik	=	süsihapugaas
12 *g*		32 *g*		44 *g*
Wääwel	+	hapnik	=	wääwlishapend
32 *g*		32 *g*		64 *g*
Raud	+	hapnik	=	rauatagi
21 *g*		6 *g*		27 *g*

Need on kõik uued ained, uute omadustega.

29. kujund.



Traadi põlemine hapnikus.

Anuma põhjas on wesi, et kuumad raua terakesed klaasi ei purustaks.

30. kujund.



Wääwli põlemine hapnikus.

Wääwlisgaas sulab wees, mis sinise lakmuse punaseks wärwib, — wääwlishape.

Walame anumasse, kus süsi põles, lubja wett, — wesi muutub piimawalgeks, kus wääwel põles, walatakse sinist lakmuse sulatist, – see wärwub punaseks.

Hapnikul on suur affiniteet, sugulus teiste ainetega. Suurem hulk ainete moodumusi, mida näeme endi ümber, sünniwad hapniku mõjul, on hapniku keemilised ühendused. Põlemine, mädanemine, kõdunemine, — kõik need on ühenduse reaktsioonid hapnikuga. Niisama ka roostetamine. Sellepärast ka suureneb wõetud ainete kaal.

Kui kaalude külge kinnitada magneedi ja selle otsas rippuwat rauapuru põletada, siis on näha kuidas see kaalu õla wajub alla, mille küljes on rauapuru, sest et rauapuru kuumutades ühineb hapnikuga.

Sütitus-temperatuur. Suurema hulga kehadega ühineb hapnik ainult siis, kui aine on alguses soendatud wõi kuumutatud. Seda temperatuuri, mille juures keha hapnikuga põledes ühineb, nimetatakse **sütitus-temperatuuriks.** See temperatuur on iga keha juures isesugune: söel (koosseisu järele) 350—550°, wääwlil 250° jne. Puhtas hapnikus on sütitus-temperatuur ligi 50° madalam.

Hapendumine. Hapniku ühinemise reaktsiooni teiste kehadega nimetatakse **hapendumiseks,** oksüdatsiooniks; hapniku ühendusi — **hapenditeks,** oksüüdideks.

Hapendumine sünnib kiiresti, — kuumuse ja walguse eraldumisega, ja aeglaselt — ilma nende nähtusteta.

Mädanemine, kõdunemine, roostetamine on ka hapendumised.

Hapendumise juures etendab nähtawat osa wesi: nii ei roosteta raud kuiwas õhus mitte, küll aga niiskes. Niisama ka mädanemise, kõdunemise juures on märgataw wee mõju.

Ka mädanemise juures eraldub soojus, kuid õige wähesel arwul. Soodsail tingimistel mädanemise protsessi juures temperatuur hakkab järjest tõusma, kunni sütitus-temperatuurini. Nii mädanew sõnnik, läpastanud heinad ja t. wõiwad põlema hakata.

Ei hapendu ainult need ained, mis juba hapnikku sisaldawad, wõi mis üleüldse hapnikuga ei ühine.

Oksüüdid jagunewad kahte gruppi selle järele, kas hapnik on ühinenud metalliga, wõi mittemetalliga.

Hapniku ühendus mittemetalliga annab wees sulades happe. Wääwel ühines hapnikuga. Kui katsuda wett, mis jäi anumasse, siis näeme, et tema omadused on muutunud. Walame sinna natukene sinise lakmuse sulatist — wesi wärwub kohe punaseks.

Kui hapnik ühineb metalliga, siis nimetatakse seda ühendust aluseks, alusliseks hapendiks.

Alused, mis wees sulawad, sünnitawad leelise, alkaali. Leelistel on hoopis ise omadused, kui hapetel: happega punaseks wärwunud lakmus läheb leelise mõjul uuesti siniseks.

On ka olemas hapniku ühendusi, mis on wahepealsed neil on osalt happelised, osalt aluslised omadused. Niisama on olemas ka indefferent oksüüdid, milledel ei ole kumbagi omadust (näit. wesi).

Nomenklatuur. Hapnik wõib ühe ja sama elemendiga mitu ühendust, hapendit sünnitada. Nende nimetamisel tarwitatakse järgmist korda.

Kui hapnik sünnitab ainult ühe ühenduse, siis nimetatakse seda ühendust elemendi hapendiks, oksüüdiks. Kui hapnikuga sünnib mitu ühendust, siis nimetatakse ühendus, kus hapniku wähem, alahapendiks, kus rohkem — ülihapendiks: manganhapend, mangaanalahapend, mangaanülihapend jne.

Hapete tähendamisel muudetakse ka elemendi nimetuse lõppu. Hape, mis kõige rohkem tuntud, nimetatakse elemendi nimega: wääwelhape, soolhape. Hape, milles wähem hapnikku, nimetatakse elemendi nimega, millele is juure lisatakse: wääwlishape. Kui weel wähem hapnikku sisaldab, siis lisatakse sõna ala ette: alakloorishape. Kui ühendus sisaldab hapnikku rohkem, siis pannakse nimetusele ette sõna üle: ülekloorhape.

Indikaatorid. Kas ühendusel on aluslised wõi happelised omadused, seda wõib otsustada wärwilistest reaktsioonidest. Ained, mis muudawad wärwi happe wõi leelise juures nimetatakse, **indikaatoriteks.** Neist on tähtsamad järgmised:

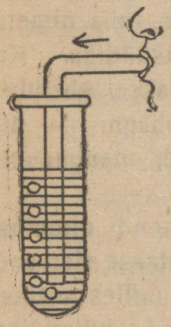
Indikaator:	Wärwi muutus:	
	Happes:	Aluses:
Lakmus	punane	sinine
Fenolftalein	wärwita	punane
Metüüloransh	punane	kollane

Kui ühendust katsuda indikaaatoriga, siis wõib öelda, kas tal on aluse (leelise) wõi happe omadused (reageerib alusliselt, happeliselt).

Põlemise soojus. Niihästi kiire kui ka aeglase hapendumise juures tekib soojus. Esimesel korral soojus eraneb ainult lühikese aja jooksul, mille tõttu aine temperatuur tõuseb nii kõrgele, et ta hakkab walguse kiiri wälja saatma. Aeglase hapendumise juures on ka soojuse eranemine aeglane. Soojuse kogusumma on aga mõlemil juhtumisel wõrdne.

Soojust mõõdetakse kalooriatega, soojusüksustega. Wäikene kalooria (*kal*) on soojuse hulk, mis läheb tarwis ühe grammi (1 *ccm*) wee soendamiseks 0^0—1^0 (nullpunkti kalooria). Suureks kalooriaks (*Kal*) nimetatakse seda soojuse hulka, mis läheb waja 1 kilogramm: (1 *cdm*) wee soendamiseks 1^0 wõrra. Keemiliste reaktsioonide juures märgitakse wahel kalooriate arw juure, mis reaktsioonis eraneb wõi neelub.

31. kujund.



Kopsudest wäljatulewat õhku läbi lubjawee puhudes, muutub wesi walgeks.

Hingamine. Tähtsam aeglane hapendumine sünnib loomade kehas. Hingamise juures satub hapnik kopsudesse (wõi muudesse õhu hapniku assimileerimise orgaanidesse), kus ta läbi õhukeste kopsu rakukeste seinte ühineb were hämoglobiiniga. Teiselt poolt sattuwad werre seedmise orgaanide kaudu toitwad ained (rasw, munawalge, süsiweed ja t.), kus nad hapnikuga keemiliselt ühinedes annawad selle loomaliku soojuse (+37,5° C), mis alal hoiab elu organismis. Hapnikuga ühinemisel sündinud protuktid lahkuwad organismist kopsude (wesi ja süsihapugaas), neerude (wesi, kusehape) ja naha kaudu.

Täiskaswanud inimene tarwitab 24 tunni jooksul üle $^1/_2$ *kbm* hapnikku.

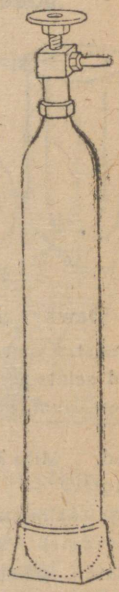
Kui kopsudest wäljatulewat õhku puhuda läbi lubjawee, siis see läheb niisama sogaseks, nagu peale katset peeru põletamisel hapnikus (31 kujund).

Wedel hapnik. Füüsikast on teada, et wedelad kehad madala temperatuuri juures muutuwad kõwaks. Kuid gaasidki

muutuwad wedelikkudeks, weelduwad, kuid selle jaoks on waja madalat temperatuuri ja kõrget õhu rõhumist. Temperatuur, mille juures keha muutub gaasiks rõhumise peale waatamata, nimetatakse kriitiliseks temperatuuriks.

Hapniku loeti kaua aega permanent gaasiks, s. t. gaasiks, mis mitte ei weeldunud. *Wroblewskil* läks korda teda weeldada —118° ja 50 atmosfääri rõhumise juures. Wedel hapnik on sinakat wärwi. Teda hoitakse kinnistes terasballoonides ehk torudes, kust teda tarbekorral lastakse läbi kraani aurata (32 kujund). Ka õhu käes wõib weeldatud hapnik kauemat aega wedelikuna püsida n. n. *Dewar'i* anumates (33 kujund). *Dewar'il* läks korda wedelat hapnikku külmetada lumetaoliseks kehaks (Kõwa hapnik).

32. kujund.



Teras toruanum wedelate ja kokku surutud gaaside hoidmiseks.

Hapniku tarwitamine. Hapnikku gaasina ja wedelikuna tarwitatakse tehnikas.

Hapniku kõrget kuumuse arendamist kasutatakse nimelt metallide (platiini, raua ja t.) sulandamiseks ja jootmisel. Gaasiline wõi wedel hapnik juhitakse suure rõhumise all piirituse wõi gaasi leeki, mille temperatuur hapniku mõjul tõuseb üle 1700° C. Sarnase leegiga lõigatakse (põletatakse) ka paksud terasplaadid läbi. Wedel hapnik leiab tarwitamist weealustes paatides, õhusõidu riistades, arstiteaduses jne.

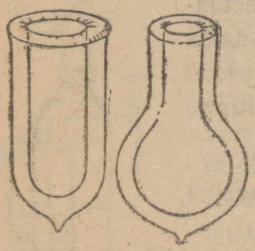
Ajaloolised märkused. Hapniku leidsid ühel ajal *Priestley* Inglismaal ja *Scheele* Rootsis (1771). *Lavoisier* näitas katsete waral, et hapnik on element ja toetab põlemist ja t. sarnaseid protsessisid (1774). Senni seletati põlemist n. n. flogistooni abil.

Raua roostetamine ja kehade põlemine on ühinemised hapnikuga. Juba 1630 a. leidis prantsuse arst *Jean Rey*, et metallid roostetades raskenewad. Ka teised teadlased näitasid katsetega, et roostetamisel wõetud metall ühineb mingisuguse ainega õhust. Kuid enne *Lavoisieri* seletati roostetamist ja põlemist **flogistooni** abil. *(Stahl* ja *Becher).* Selle

seletuse järele kehad sisaldasid isesugust ainet, flogistooni, mis põlemise ja roostetamise juures lahkub kehadest ja kutsub wälja aine moodumuse. Et aga roostetamise juures keha raskeneb, siis arwati olewat flogistoonil kaaluwastane omedus: keha pidi siis ka flogistooni lahkumise juures raskemaks minema.

Wast *Lavoisier* tõendas 1774 a., et roostetamise ja põlemise juures on tegew hapnik.

33. kujund.



Dewar'i anumad.
Klaasist. Kahekordiste hõbetatud seintega. Seinte wahel on wakuum, õhutühi ruum.

Lavoiser tõendas katsetega, et põlemise juures hapnik ühineb kehaga, kuna flogistooni teooriaga seletati, et põlemise juures kehadest lahkub flogistoon. Sellega oli flogistooni hüpotees häwitatud, ja *Lavoisier*'ist peale algab uus ajajärk keemias.

Küsimused ja ülesanded. Miks määritakse raudasju õliga wõi raswaga? — Missugused metallid ei muutu õhus? — Kui wasktraati tules põletada, siis raskeneb ta. Puutuhk aga on kergem, kui põletud puu. Miks? Kas puu põlemine ei ole keemiline ühendus? — Mis wahe on põlemise ja hingamise wahel? — Elektri hõõglampidest (pirnidest) on õhk wälja pumbatud. Miks? — Kust saab inimese ja looma organism soojuse energiat? — 1 liiter hapnikku kaalub 1,4 g; mitu liitrit hapnikku saab 30 g kaaliumkloraadist? — Kuidas seletada puude põlemist ahjus? — Miks põleb tikk pikkamööda? — Kuidas seletada, et märg, niiske puu aeglaselt põleb, kuiw aga suure leegiga? — Miks mustub kuumutatud raud? — Kuumutame raud- ja platiintraati. Mis sünnib nendega? —

6. Wesinik.

Hydrogenium, H = 1,008.

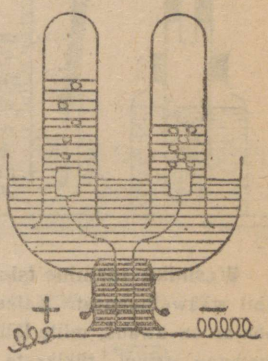
Leidumus. Wesinikku leidub looduses kaunis palju, suuremalt osalt seotud kujul, s. t. keemilistes ühendustes teiste elementidega. Wesi sisaldab 11,19% seotud wesinikku. Loomade ja taimede kehades on wesinik iseloomustawaks elemendiks. Sellepärast tekkib orgaaniliste ühenduste lagumise juures waba wesinik (mädanemisel, kiwisõe lagumisel soenduse

juures jne.). Wabalt leidub wesinikku ka wulkaanide aurus. Spektraalanalüüs näitab, et wesinikku on päikese ja t. tähtede peal.

Saamine. Wesinikku saab weest elektrolüüsi teel. Kui elektriwool juhtida läbi liitkehade, siis nad lagunewad keemiliselt kahte ossa, — üks osa korjub anoodi, teine katoodi juure. Seda nähtust nimetatakse **elektrolüüsiks** wõi elektriliseks dissotsiatsiooniks. Puhas wesi ei juhi elektrit, sellepärast wett tuleb wääwelhappega hapustada.

Et wesi koos seisab hapnikust ja wesinikust, siis ta laguneb elektrolüüsi läbi hapnikuks ja wesinikuks (34 kujund). Katse juures näeme, et wees on kaks mahtu wesinikku ja üks maht hapnikku (15 kujund), sellepärast wesi märgitakse keemiliselt nii: H_2O. Anoodi juure korjub O, katoodi juure H.

34. kujund.



Wee elektrolüüs.

Kui platiini elektroodideks ei ole, elektroodideks wõib olla hõbe. Katseklaasid wõetagu ühe suurused, et eralduwate gaaside mahtusid wõrrelda.

Wesinikku saadakse katsete jaoks harilikult hapetest, kust ta metallide (tsink, raud, alumiinium, inglistina) abil wälja tõrjutakse. Metallidel on see omadus, et nad tõrjuwad hapetest (hapetes ikka on olemas wesinik) wesiniku wälja. Selle nähtuse juures sünnib aselduse reaktsioon.

Wõtame lahjendatud wääwelhapet (1 : 8) anumasse, kuhu katseklaasi tsingiga surume (35 kujund).

Eralduwa wesiniku püüame kinni klaas anumasse. Wesinikku wõib ka otsekohe allapööratud suuga anumasse korjata: et wesinik wäga kerge gaas, siis tõuseb ta üles nõu põhja ja tõrjub õhu wälja. Wesiniku saamist wõib järgmiselt ülestähendada:

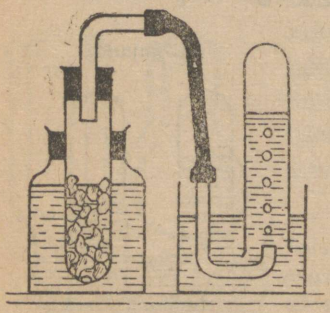
Tsink + wääwelhape = tsingiwitriol + wesinik.

Liitkeha ja element reageeriwad wastastikku: saadakse uus ühendus (tsingiwitriol) ja element (wesinik) wabaneb

Katsete juures wesinikuga alguses tuleb kauemat aega gaasil eralduda lasta, ei mitte wesiniku ja õhu segu ei sünniks.

Gaaside kuiwatamine ja puhastamine. Et gaasi kõrwalistest ainetest puhastada, selleks juhitakse ta harilikult läbi wee wõi mõne muuw wedeliku, milles sulawad mitmesugused lisandused (36 ja 37 kujundid). Kuiwatamise otstarbeks gaasi tuleb juhtida läbi hügroskoobiliste kehade, näit. kloorkaltsiumi, kus niiskus imbub hügroskoobilistesse kehadesse (38 ja 39 kujundid).

35. kujund.



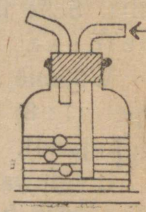
Wesiniku saamine tsingi abil wääwelhappest. Katseklaasi põhjas on awaus, mille läbi wääwelhape tsingi tükikeste juure pääseb. Et reaktsiooni lõpetada, katseklaas tuleb happest wälja tõsta.

Wesinik sisaldab peale saamist weeauru ja muid aineid, mis ta wääwelhappest kaasa wõtab.

Harilikkudeks katseteks kõlbab ka pesemata ja kuiwatamata wesinik.

Füüsikalised omadused. Wesinik on lõhnatu, maitsetu ja wärwitu gaas. Ta on kõige kergem tuntud keha: üks liiter H kaalub 0,09 (õigem 0,08995) grammi (0° ja 760 *mm* rõhumise juures). Weega wõrreldes H erikaal on 0,00009. Gaase wõrreldakse harilikult õhuga, suhet nende wahel nimetatakse aurutiheduseks. Üks liiter õhku kaalub 1,293 *g*, — sellega siis H tihedus on 0,0899 : 1,293 = 1 : 14,4, s. t. wesinik on 14,4 korda õhust kergem. Kui seebi wulle wesinikuga puhuda, siis nad kõik tõusewad kiiresti üles.

36. kujund.



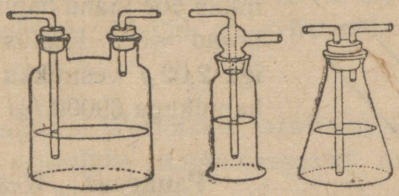
Gaasi pesemine: puhastataw gaas läheb läbi wee, wääwelhappe wõi muu wedeliku.

Niisama wõib wesinikku ühest anumast üles teise kallata, kus juures anumate awaused peab allapoole hoidma (40 kujund).

Wesinik weeldub —241° ja 15 atm. rõhumisel, —259° juures muutub ta lumetaoliseks kõwaks kehaks. —241° on H kriitiline temperatuur.

Keemilised omadused. Tawalistel tingimistel wesinik ei ole iseäraliselt aktiiw gaas. Hariliku temperatuuri juures ta ei ühine hapnikuga, waid teda peab sütitus-temperatuurini kuumutama. Süütame wesiniku põlema. Wesinik põleb wäikese wärwitu wõi sinaka leegiga, kus juures ta ühineb

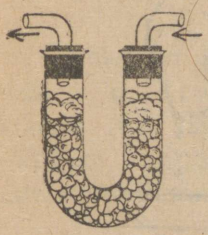
37. kujund.



Gaaside pesemise riistad.

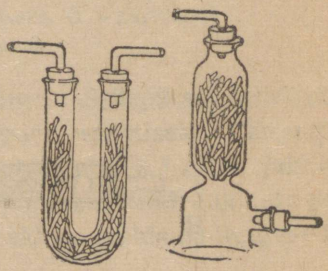
hapnikuga ja sünnitab wee (41 kujund). (Enne kui wesinikku põlema süüdata, tuleb gaasil lasta kauemat aega eralduda. Soowitaw on, et anum, milles wesinik sünnib, oleks riidega mähitud.)

38. kujund.



Gaasi kuiwatamine.
U-taolises torus on kloorkaltsium, mis pealt kuiwa watiga kergesti prunditud.

39. kujund.



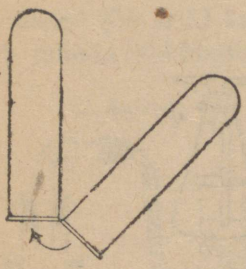
Gaaside kuiwatamine.
Kloorkaltsiumi tornis.

Wesinik ei toeta põlemist, ehk ta küll ise põleb. Surume põlewa peeru H tädetud (awausega allapoole) anumasse, — peerg kustub, kuna wesinik süttib põlema.

Wesiniku leegi temperatuur on üle 2500°.

Kui wesiniku leek klaastoru otsas sünnib, siis ta wärwub klaasis olewast naatriumist kollakaks. Et wesiniku leegi õiget wärwi näha, klaastoru otsa tuleb keerata platiinlehekesest toruke.

40. kujund.

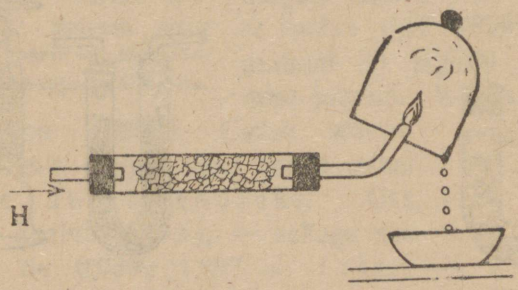


Wesiniku walamine ühest anumast teise.

Wesiniku ja hapniku ühinemisel tekkiw soojus on wäga suur, selle juures ühinewad kaks mahtu wesinikku ühe mahu hapnikuga ja sünnitawad wee. Kaalusuhtes ühinedes iga 2,02 *g* wesinikku annab 16,00 *g* hapnikuga 69000 *kal* soojust.

Paukgaas. Wesiniku ja hapniku segust tekkib **paukgaas.** Korjame katseklaasi natukene wesinikku ja loksutame iäbi. Katseklaasi awaust lambi leegi kohal awades wesiniku ja õhus olewa hapniku segu süttib põlema. Kuuldub hele pauk, ja ühes sellega ilmuwad katseklaasi kuiwadele seintele weetilgakesed.

41. kujund.



Wesiniku põlemine ja wee sündimine.
Torust H tuleb wesinik, mis kloorkaltsiumi torukeses kuiwatatakse. Ilma wesiniku kuiwatamata katse läheb ka korda.

Pauk saab weel tugewam, kui korjata ühte tsilindrisse kaks mahtu wesinikku, teise üks maht hapnikku. Anumate suud wastamisi hoides ja peale loksutamist leegi kohal awades kuuldub vali pauk. (Ettewaatust!)

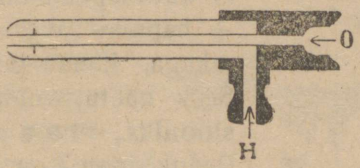
Paukgaas on H ja O segu, mis ainult sütitus-temperatuuri (700° C) juures ühineb weeks. Et H ja O gaasidena tarwitawad rohkem ruumi kui nendest tekkinud weeaur ja wesi, siis sünnib õhutühi ruum, millesse atmosfääri õhk tormab ja paugu sünnitab.

Looduses tekkib paukgaas m ü r i s t a m i s e ajal. Wälgu kõrge temperatuur lahutab weeauru hapnikuks ja wesinikuks ja süütab nende segu uuesti põlema.

Paukgaas süttib põlema iseenesest käsnaliste platiinterakeste juuresolekul. Platiin on selle nähtuse juures katalisaatoriks.

Tarwitamine. Wesinikku tarwitatakse õhupallide täitmiseks. Et wesinikku walgustusgaasis on, siis tarwitatakse seks otstarbeks ka wiimast.

42. kujund.



Danieli kraan
paukgaasi leegi saamiseks. O — hapnik, H — wesinik.

Paukgaasi t° on wäga kõrge. Sellepärast tarwitatakse teda n. n. d r u m m o n d i walguse saamiseks. Isesuguses kraanis (42 kujund), mille läbi wesinik ja hapnik juhitakse, süütakse wesinik põlema. Leek juhitakse kriidi tükikese peale, mis suure kuumuse juures ise hakkab eraldama walguse kiiri.

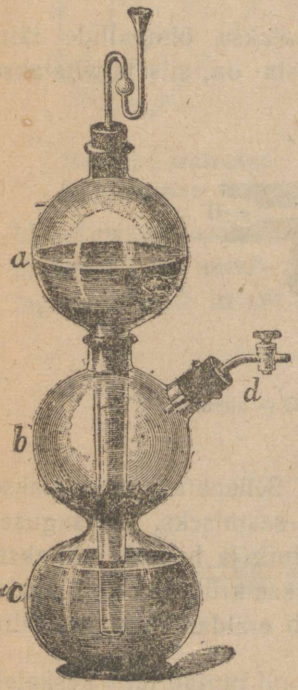
Ajaloolised märkused. Wesinik oli tuntud juba keskajal. Arwatawasti leidis wesiniku *Paracelsus*. *Cavendish* tõendas, et wesinik on isesugune gaas, mis põleb weeauruks (1781), senni segati teda mitmesuguste teiste gaasidega.

Küsimused ja ülesanded. Mis gaas saadakse, kui wääwelhapet raua peale kallata? — Kui gaasi saamiseks liiga suur anum wõtta, siis peab eralduw wesinik wäga ettewaatikult põlema sütitama. Miks? — Kuidas töötab Danieli kraan? — Miks täidetakse õhupallid ja tseppeliinid wesinikuga? — Miks nad on tulekardetawad? — 43 kujundi peal on *Kipp'i* apparaat wesiniku ja t. gaaside saamiseks. Keskmises munas on tsingi

tükld, mille juure alt wääwelhape pääseb. Kuida töötab Kippi apparaat ja missugused mõnusused on temal? — Ka *Woulf'i* kahekaelaga anumat tarwitatkse wesiniku ja teiste gaaside saamiseks. Kuida töötab sarnane anum? —

Reduktsioon. Keemiline sugulus wesiniku ja hapniku wahel on wäga suur. Seda wesiniku omadust tarwitatakse laboratooriumites hapniku eraldamiseks, näit. hapenditest. Wõtame natukene wask-oksüüdi klaastorusse, mille läbi wesinik juhitakse (44 kujund). Kui toru wask-oksüüdi kohalt kuumutada, siis toru otsast hakkab weeaur wälja tulema, kuna waskhapend moondub metalliliseks waseks, sest et waskhapend seisab koos wasest + hapnik. Wesinik ühineb hapnikuga, kuna järele jääb wask. Seda nähtust nimetatakse **reduktsiooniks**, taandamiseks. Reduktsioon on oksüdatsioonile (hapendumisele) wastupidine reaktsioon. Reduktsiooni wõib niiwiisi üles tähendada: waskhapend + wesinik = wesinikhapend + wask (wesi).

43. kujund.



Kipp'i apparaat gaaside saamiseks.
Eralduw gaas juhitakse läbi kraani *d* wälja.

Analüüs ja süntees. Wesi lagunes elektriwoolu mõjul wesinikuks ja hapnikuks, kus juures saadi kaks mahtu wesinikku ja üks maht hapnikku. Sarnane suhe (2 : 1) saadakse alati elektrolüüsi teel. Teiselt poolt kaks mahtu wesinikku ja üks maht hapnikku ühinewad weeks.

Tsilindris wõi katseklaasis, millesse elektroodid juhitud (45 kujund), on kaks mahtu wesinikku ja üks maht hapnikku. Katseklaasi suu on elawhõbedas. Elektri woolu läbilaskmisel

säde elektroodide wahel süütab wesiniku ja hapniku põlema, elawhõbe tõuseb üles, ja katseklaasis sünnib wesi, ilma et seal ühtegi muud gaasi oleks üle jäänud.

Analüüs (lahutamine) ja **süntees** (ühendamine) tõendawad, et wee koosseis on püsiw. Seda hapniku ja wesiniku suhet märgitakse järgmiselt:

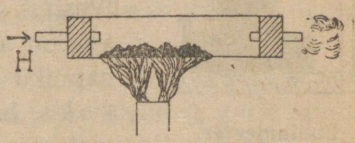
$$2H + O = H_2O$$

kaks mahtu wesinikku üks maht hapnikku wesi, milles kaks mahtu wesinikku ühe hapniku mahu peale tuleb.

7. Aine ehitus.

Koosseisu püsimisseadus. Mehaanilise segu saamiseks wõib wõtta aineid, ilma et nende hulga wahel oleks mingisugust kindlat suhet. Sellepärast ei saa meie kindlat ettekujutust näit. raua ja wääwli segust, — sarnaseid segusid wõib olla mitu, mitmesuguste omadustega. Keemilised ühendused on aga alati ühesuguste omadustega: kas walmistada ühendus täna wõi homme, ikka saame rauast ja wääwlist wõi teistest ainetest ühe ja sama wääwlisraua, wesinikust ja hapnikust — wee jne.

44. kujund.



Reduktsioon.

Toru H on ühendatud wesiniku saamise apparaadiga. Waskoksüüdi kohalt klaastoru tuleb kuumutada. Teisest toru otsast lahkub weeaur. Toru jahutamisel tuleb wesinikku alatasa läbi lasta. Wastasel korral ühineb kuum wask uuesti hapnikuga. — (Millest on seda näha?)

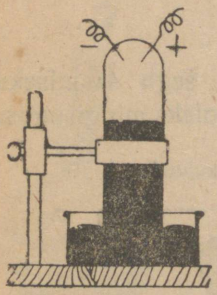
Katsete waral on sarnase nähtuse põhjused leitud: keemias ei ühine ained mitte ükskõik missuguses kaalu suhtes, waid ainete hulga wahel on kindel, püsiw suhe. Nii ühinewad keemiliselt ainult 4 kaaluüksust*) wääwlit 7 kaaluüksuse rauaga On segus rauda rohkem, siis ta jääb sidumata, on wääwlit rohkem, põleb ära. Saadud protuktis, wääwlisrauas, on aga suhe raua ja wääwli wahel alati 7 : 4. Niisama on lugu ka weega. Weeks ühinewad ilma ühegi gaasi ülejäägita 1 *g* wesinikku 8 *g* hapnikuga.

*) Kaaluüksuste all hakkame tarwitama gramme = *g*.

Juba 19 aastasaja algul *Proust* wäljendas selle mõtte, et ained ainult määratud kaalu suhtes ühinewad. Peale *Stas'i* töid ja katseid sai oletus seaduseks (1860—1865), mis nimetatakse **koosseisu püsimisseaduseks** wõi konstant (jäädawate) suhete seaduseks.

Kordiste suhete seadus. Keemias tuleb ette weel niisugune nähtus, mis alguses paistab olewat wastolus koosseisu püsimisseadusega: nimelt kaks wõetud elementi wõiwad moodustada rohkem kui ühe keemilise ühenduse. Nii wääwel ja raud moodustawad wääwlisraua, kuid looduses leidub keha, püriit, kollakas mineraal, mis ka ainult wääwlist ja rauast koosseisab, kuid on teistsuguste omadustega kui wääwlisraud. Wesinik ja hapnik ühinewad weeks, aga on olemas weel teine wesiniku ja hapniku ühendus, wesinikülihapend, kus kaks hapniku mahtu kahe wesiniku mahuga on ühinenud. On teada ka kaks isesugust hapniku ja süsiniku ühendust; lämmastiku ja hapniku ühendusi on tuntud isegi wiis jne.

45. kujund.



Eudiomeeter.
Elektrisäde süütab gaaside segu, mille järele ühendus sünnib; elawhõbeda tõus tõendab mahu wähenemist.

Kui neid nähtusi lähemalt waadelda, siis saame järgmise suhte:

Wääwlisrauas on wääwli ja raua suhe 4 : 7
Püriidis „ „ „ „ „ 8 : 7

ehk kui meie raua hulga mõlemis ühendustes wõtame ühe eest (1 : 1), siis on wääwli hulga suhe esimeses ja teises ühenduses 1 : 2.

Wees on hapniku ja wesiniku suhe 8 : 1
Wesinikülihapendis „ „ 16 : 1

Kui jällegi wesiniku hulkade suhe wõtta, saame 1 : 1, mille juures hapniku hulkade suhe on 1 : 2.

Ka teiste keemiliste ühenduste juures wõib ühe ja sama aine hulka mitmetes ühendustes terwete, ratsionaal arwudega tähendada. See nähtus moodustab **kordiste suhete seaduse,** mis on järgmine:

Kui kaks elementi A ja B moodustawad mitu ühendust, siis aine B hulkade wahel, mis wõrdsete A hulkadega ühinewad, on lihtne, terwete arwudega wäljendataw suhe.

Selle seaduse wäljendas *Dalton* XIX aastasaja algul (1807). Kordiste suhete ja koosseisu püsimisseadused on nüüdisaja keemia tähtsamad alused. Nendele on rajatud kõikide keemiliste nähtuste seletused, teooriad ja hüpoteesid.

Hüpotees ja teooria. Looduse nähtusi waadeldes, paneme tähele, et mõned nendest ilmutawad teatud korrapärasust. Nii nägime, et wesinik ja hapnik moodustawad mitu ühendust, kus juures ühe ja sama mahu hapnikuga ühineb üks wõi kaks mahtu wesinikku (kordiste suhete seadus). Ilmuwuste korrapärasus sünnitab seaduse. Kuid inimese mõte püüab leida selle seaduse põhjusi. Kui katsete teel on seadus kindlaks tehtud, siis mõte peab põhjuse leidma ja wäljendama.

Alguses seatakse katsete waral eeldus, hüpotees üles. Hüpoteesi järele katsudes ja katsetega juure tuues uusi andmeid, mis hüpoteesi kinnitawad, tekkib kindel õpetus, **teooria.** Arusaadaw, et hüpotees ja teooria ainult tõsiasjadel põhjenduwad. Kui aga teatawaks saawad nähtused, mis on teooriale wõi hüpoteesile wastu ja neid enam ei kinnita, siis tuleb, muidugi, alguses uus hüpotees üles seada, mis faktidega tõendatud uueks teooriaks wälja areneb.

Aatomid. Katsed tõendawad, et aine on mehaaniliselt jaotataw (wähemad wõi suuremad tükikesed, pulber). Seda mehaanilist jaotust wõib enesele kujutella piiritult. Kuid teisest küljest wõime oletada, et ainet mehaaniliselt jaotada wõib teatud piirini, kunni on saadud õige wäikesed osakesed, mis jagamatud. Wiimane oletus on hüpotees, mida tõendawad mitmed keemilised nähtused.

John Dalton, kes pani aluse kordiste suhete seadusele, seletas seda seadust aatomite hüpoteesi waral.

Iga elementi wõib jaotada mehaaniliselt ainult teatud piirini. Elemendi osakesed, mis mehaaniliselt jagamatud, nimetatakse **aatomiteks** (jagamatud). Ühe ja sama elemendi

aatomid on kõik ühesuuruse mahuga, ühe kaaluga, — üldse neil on ühesugused omadused, kuna need omadused lahku lähewad teiste elementide aatomite omadustest. Peale seda peab oletama, et kõik keemilised reaktsioonid sünniwad aatomite wahel.

Et aatomid jagamatud, siis on arusaadaw, et ainult terwed arwud (1, 2, 3...) aatomit ühte elementi terwete arwude (1, 2, 3...) teise elementi aatomitega wõiwad ühineda.

Sellega wõib seletada kordiste suhete seadust. On olemas kaks elementi A ja B. Kui A elemendi aatom kaalub 1 ja B aatom 5 ja aatom aatomiga ühineb, siis on kaalude suhe elementide wahel selles ühenduses 1 : 5. Kui A ja B weel muu ühenduse moodustawad, näit. ühineb üks aatom A-d kahe aatomi B-ga, siis on kaalu suhe nende wahel 1 : 10, ehk kui mõlemis ühenduses B-de suhe wõtta, siis wõrdub see 5 : 10 = 1 : 2.

Niisama on seletataw ka koosseisu püsimisseadus. Et keemilistes ühendustes aatomite wahel sünniwad reaktsioonid, siis kahe elemendi aatomite massi ja hulga wahel peab olema suhe määratud, mis igalajal ja igalpool muutmata.

Neist ja teistest faktidest järgneb, et elemendid endid keemilistes ühendustes nii ülespeawad, nagu seisaksid nad koos jagamatudest üksustest, aatomitest.

Molekulid. Aatomite teooria järele kõik elemendid seisawad koos aatomitest, mis mehaaniliselt ja keemiliselt jagamatud. Ka keemiliste ühenduste (liit ja lihtkehade) kohta peab oletama, et nad ehitatud mehaaniliselt jagamatutest osakestest. Neid mehaaniliselt jagamatuid keemiliste kehade osakesi nimetatakse **molekulideks.** Molekulid on ainult keemiliselt jagatawad, sest nad seisawad koos nende elementide aatomitest, millest ühendus saadud.

Ühe ja sama keha molekulid on kõik ühesuguste omadustega.

Toome mõne näituse aatomite ja molekulide kohta.

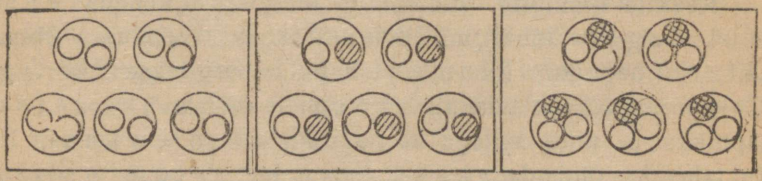
Raua üks aatom ühineb wääwli ühe aatomiga ja sünnitab wääwlisraua molekuli. Hapniku aatom ühineb wesiniku kahe aatomiga wee molekuliks (46 kujund).

Ka lihtkehades aatomid ühinewad molekulideks. Hapnik, wesinik ja t. sel kujul, nagu meie neid iseseiswalt saame, on lihtkehad, mis seisawad koos molekulidest; wiimased on ehitatud juba wõetud elementide aatomitest.

Nii katse tõendab, et hapniku molekulis kaks hapniku aatomi on ühinenud. (46 kujund). Sarnast hapniku ja t. kehi meie ei saa, mis ainult aatomitest koos seisaks: elementide aatomid on mõeldawad ainult keemilistes ühendustes.

Sellepärast peab wahet tegema elemendi ja lihtkeha wahel, kui nad ka ühte nime kannawad.

46. kujund.



Hapniku-lihtkeha molekulid, milles kaks aatomit.

Wääwlisraua molekulid: wääwel-element + raud-element.

Wee molekulid: igas molekulis kaks wesiniku ja üks hapniku aatom.

Aatomite kaal. Aatomid on nii wäiksed, et nende absoluut raskust kaalude abil ei ole wõimalik määrata. Ka ei ole nad nähtawad mikroskoobi abil. Keemilistest ühendustest, mille koosseis teada, wõib kätte saada ainult aatomite wõrdlewat kaalu.

Et hapniku ühendused kõige kättesaadawamad, siis wõetakse aatomite kaalu wõrdlemiseks hapniku aatom, mille raskus **16** arwatakse. Hapniku aatomiga wõrreldes (O=16) kaalub wesiniku aatom 1,008, kloori aatom 35,46, raua aatom 55,84 jne. (w. elementide tabelist). Ennemalt wõeti aluseks wesiniku aatomi kaal, mis üheks arwati (H = 1), kuid siis oletati, et hapniku aatom on 16. Pärastised peenemad katsed tõendasid, et hapniku aatomi wõrdlew kaal ei ole mitte 16, waid 15,88 (H=1).

Aatomite wõrdlewkaal saadakse katsete ja arwamiste waral keemilistest ühendustest.

Wesiniku aatomi absoluut raskus wõrdub arwatawasti $1{,}5 \times 10^{-24}$ *g*.

Molekulaarkaal. Kui on teada liitkeha koosseis ja elementide aatomite kaal, siis wõib wäljaarwata molekuli kaalu (wõrreldes aatomite kaaluga, kus aluseks ikkagi on wõetud O=16).

Wõtame wääwlisraua. Tema molekul seisab koos ühest raua ja ühest hapniku aatomist. Fe kaal wõrdub 55,84, O kaal = 16. Sellega iga wääwlisraua molekuli kaal on 55,84 + 16 = 71,84.

Aine molekulaarkaal wõrdub molekuli sünnitawate aatomite kaalu summale.

Keemia formulid. Elemendid märgitakse keemias sümboolidega (w. tabel), milledele antakse lai tähendus. Wõtame näituseks hapniku. Element hapnik märgitakse tähe O-ga (Oxygenium). Selle tähe all tuleb nimelt mõista üks aatom hapnikku ja ühes sellega ka hapniku wõrdlewkaal, 16. Kui tahetakse tähendada kaks, kolm jne. aatomit, siis kirjutatakse sümbooli lähedale wäikene arw: 2, 3, jne. O_2, O_3, O_4 jne.

Keemilised ühendused märgitakse elementide sümboolidega, kus juures molekulis olewad elemendid kõrwu kirjutatakse ja tähendatakse mitu aatomit üht wõi teist elementi on molekulis. Kui tahetakse näidata, et on wõetud kaks, kolm jne. molekuli, siis kirjutatakse formuli ette koeffitsient 2,3 jne. Wääwlisraua formul on FeS, see tähendab, et üks raua aatom ühineb ühe wääwli aatomiga, mille juures rauda 55,84 k.-ü. on ja wääwlit 32,06 k.-ü. Wee formul on H_2O: kaks wesiniku aatomit ühinewad ühe hapniku aatomiga wee molekuliks, mille juures ühenduses kaalu suhe on 2,016 : 16.

Formul näitab aine molekuli koosseisu ja kui sümboolide all wõrdlewkaal wõtta, siis — ühenduses olewate elementide suhet.

Kaalu suhet wõib arwata muidugi ka protsentidega. Wee formul on H_2O (= HHO), $H_2 : O = 2{,}016 : 16$; $H_2 + O = 2{,}016 + 16 = 18{,}016$. Wesi suhtub wesinikule:

18,016 : 2,016 = 100 : X = 11,19% wesinikku.
18,016 : 16,00 = 100 : X = 88,81% hapnikku.
100,00% wett.

Wääwelhappe formul on H_2SO_4, tema koosseis:

Wesinik	$H_2 = 2 \times 1{,}008 =$	2,02	k.-ü.
Wääwel	$S = 1 \times 32{,}06 =$	32,06	„ „
Hapnik	$O_4 = 4 \times 16{,}00 =$	64,00	„ „
	$H_2SO_4 =$	98,08	„ „

Siin on wäikene wahe matemaatilise ja keemilise formuli wahel: HO oleks matemaatikas $H \times O$, kuna keemias tähendus on $H + O$; arwud aga on ikka kaswatajad:

$$H_2SO_4 = 2H + S + 4O = (2 \times 1{,}008) + 32{,}06 + (4 \times 16{,}00) = 98{,}08.$$

Keemia ekwatsioonid. Keemia sümboolide ja formulite abil on wõimalik kujukalt ja lühidalt tähendada keemilisi reaktsioone, mis elementide wahel sünniwad. Pahemale poole märgitakse need ained, mis on wõetud, paremale poole, — mis saadakse, s. o. lõpuproduktid. Kokku sünnitawad nad keemia ekwatsiooni.

Wääwlisraua saamine (ühinemine):

Wõetud:			Saadud:
Fe	+ S	=	Fe S
Raud.	Wääwel.		Wääwlisraud.
55,84	32,06		55,84 + 32,06
			87,90

Keemiline lagunemine:

Wõetud:		Saadud:		
H_2O	=	H_2	+	O
Wesi.		Wesinik.		Hapnik.
18,016		2,016		16,00

Aselduse reaktsioon:

Wõetud:			Saadud:		
Zn	+ H_2SO_4	=	$ZnSO_4$	+	H_2
Tsink.	Wääwelhape.		Tsingiwitriol.		Wesinik.

Arusaadaw, et niihästi formulid kui ka ekwatsioonid peawad wastama faktidele, mis katsega tõendatud.

Stöhiomeetrilised arwamised. Kui on teada aine koosseis ja elementide aatomite kaal, sii on wõimalik wäljaarwata

kaalu järele üksikute elementide hulga võetud kehas. Niisama on võimalik määrata üksikute ainete kaalu, mis tarwilik liitkeha saamiseks.

Võtame näitused.

1. Kui palju on wesinikku ja hapnikku 36,04 *g* wees? Wee formul on H_2O. O = 16, H = 1,01 (õigem: 1,008)

Üks molekul kaalub: $H_2 = 1{,}01 \times 2 = 2{,}02$

$O = 16$

$H_2O = 18{,}02$

Igas 18,02 grammis oleks hapnikku 16 *g*, wesinikku 2,02 *g*. Nii on siis 36,04 *g* wees:

O-d $\frac{36{,}04 \cdot 16}{18{,}04} = 32\ g$

H-d $\frac{36{,}04 \cdot 2{,}02}{18{,}02} = 4{,}04\ g$

2. Kui palju saab wesiniku 294,24 *g* wääwelhappest, ja kui palju on waja selleks tsinki?

Wääwelhappe koosseis on H_2SO_4.

Molekulaarkaal: $H_2 = 2{,}02$

$+ S = 32{,}06$

$O_4 = 64$

$H_2SO_4 = 98{,}08$

See tähendab, et igas 98,08 k.-ü. (või grammis) on 2,02 kaaluüksust wesinikku.

Wesiniku arwu leiame järgmisest arwamisest:

$$H_2SO_4 + Zn = ZnSO_4 + H_2$$

Võetud:			Saadud:	
H_2SO_4	+ Zn =	$ZnSO_4$	+	H_2
2,02 + 32,06 + 64	65,37	65,37 + 32,06 + 64		2,02
98,08		161,43		

Igast 98,08 *g* saame 2,02 *g* wesinikku. Meil on 294,24 *g* wääwelhapet, sellest saame 6,06 *g* wesinikku, kus juures iga 2,02 *g* wesiniku eraldamiseks 65,37 *g* tsinki waja on, 6,06 *g* eraldamiseks on waja tsinki 196,11 *g*.

Sarnaseid arwamisi nimetatakse keemias **stöhiomeetrilisteks arwamisteks.**

Stöhiomeetriliste arwamiste juures peab teada olema keha koosseis ja elementide wõrdlew kaal. Ligikaudse arwamise ulatuses jäetakse kümmendikud ja sajandikud murrud kõrwale wõi muudetakse sellekohaselt.

Samawäärisus. Aatomite wõrdlew kaalusuhe molekulis moodustab **ühenduskaalu.** Wee koosseis on H_2O, kust näeme, et kaalusuhe nende elementide wahel on molekulis: $2 \times 1{,}01 : 16 = 1{,}01 : 8$; nii oleks siis wesiniku ühenduskaal 1,01, hapniku — 8. Sellest järeldakse, et 1,01 wesiniku kaaluüksust on hapniku 8 kaaluüksusega ühewäärilised ehk ekwiwalent. *Dalton* arwas, et ekwiwalent arwud wõrduwad aatomite wõrdlewale kaalule. Kuid pärastised katsed tõendasid, et ainult mõne elemendi juures on see nii, teiste elementide aatomite kaal on 2, 3, 4 jne. korda suurem ühenduskaalust.

Gramm-molekul. Suuremalt osalt tarwitatakse keemiliste arwamiste juures gramme = *g*; ka molekulaarkaal arwatakse grammides. *Ostwald* ja teised tarwitawad sõna **gramm-mol** ehk lihtsalt **mol** selle mõiste määramiseks. Nii öeldakse, et üks *mol* raua hapendit (Fe_2O_3) wõrdub ($2 \times 55{,}84 + 3 \times 16 =$) 159,68. Wesiniku *mol* = 2,02, hapniku *mol* = 32, wee *mol* = 18,02 jne.

Ajaloolised märkused. Mateeria sisemine ehitus waldas juba Greeka filosoofe. *Anaxagoros* arwas, et ainet wõib lõpmatult jaotada, kuna *Demokritos* seletas, et jagamine on wõimalik ainult teatud piirini, kunni on saadud wäikesed osakesed; mis *Demokritos* nimetas **aatomiteks** (aatom = jagamatu). *Dalton* (1766—1844) tarwitas atomistide seletust koosseisu püsimisseaduse ja kordiste suhete seletamiseks (*Daltoni* seadus).

Küsimused ja ülesanded. Mitu liitrit wesinikku saab 15 *g* tsingiga tarwisminewast hulgast wääwelhappest?—a) Kui palju hapnikku, b) kui palju elawhõbedat on 48 *g* elawahõbehapendis (HgO)? — Missugune on elawhõbeoksüüdi protsendiline koosseis? — Kui palju on igat ainet kaaliumkloraadis (Bertholleti soolas, mille formul $KClO_3$? Mitu protsenti on kaalium kloraadis hapnikku? — 1 liiter hapnikku kaalub 1,4 *g*; mitu liitrit hapnikku saab 30 *g* Bertholleti soolast?—6 *g* rauda ühinewad hapnikuga tagiks (Fe_3O_4). Kui palju kaalub saadud produkt? — Kui palju wääwlit on 100 *g* püriidis? —

Mitu grammi rauda wôib rauahapendiks muuta 10 *g* hapnikuga (Fe_2O_3)? — Kirjutage keemia ekwatsioon hapniku saamise üle Bertholleti soolast! Elawhôbeda oksüüdist! —

8. Hapniku ja wesiniku ühendused.

Wesi, H_2O — **Leidumus.** Wett leidub maakera pinnal ja atmosfääris wedelas, kõwas ja gaasilises olekus. Seotud kujul on wett palju orgaanilisteks kehades ja kristallides.

Suurem hulk kehi eraldawad wee kerge soendamise juures.

Kui tükikeste puulehte, liha ja m. katseklaasis soendada, siis ilmuwad kuiwa katseklaasi seintele wee tilgad.

Loomade ja taimede kehas on wäga palju wett. Inimese kehas nimelt üle 70%, mõnes wesitaimes isegi kunni 95%.

Kristallwesi. Soendame kuiwas katseklaasis kristallikese wõi uhmris tõugatud wasewitrioli, $CuSO_4$. Kristallidest eraneb weeaur, mis osalt katseklaasi seintele ilmub. Ühes sellega muutub wasewitriol walgeks. Korjame filtreerimise paberiga wee tilgad ära ja laseme katseklaasi jahtuda. Kui mõni tilk wett tilgutada katseklaasi wasewitrioli peale, siis see läheb uuesti siniseks ja ühes sellega eraneb ka soojus. (Katseklaas läheb tuliseks). Wesi ühineb uuesti wasewitroliga.

Wesi, mis kristallides keemiliselt ühendatud, nimetatakse **kristallweeks.**

Kristallwesi märgitakse harilikult aine formulis nii:

$$CuSO_4 \cdot 10H_2O, \text{ ehk } CuSO_4 + 10H_2O$$

See tähendab: igas kristall aine molekulis on 10 wee molekuli. On wee hulk muutlik ja määramata, siis märgitakse keemiliselt ühendatud wesi lihtsalt: $Fe_2O + Aq$

Rooste. (Aqua-wesi).

Keemiliselt seotud wett nimetatakse **hüdraadiks,** hüdraatweeks. Ka kristallwesi on hüdraatwesi.

Kristallid kaotawad õhu käes seistes osa kristallwett: nad murenewad. Nii murenewad glauberisool ($Na_2SO_4 + 10H_2O$) ja sooda ($Na_2CO_3 + 10H_2O$), mille tõttu muutuwad ka nende omadused.

Wee koosseis. Wee koosseis on nii analüüdiliselt kui ka sünteediliselt kindlaks tehtud, ja nimelt kaalusuhe wesiniku ja hapniku wahel on wees 2,016 : 16, s. t., et wee koosseis on H_2O (enne arwati seda suhet 2 : 16).

Kaua aega arwati, et wesi on lihtkeha. Peale hapniku ja wesiniku leidmist wõis alles tõendada, et wesi seisab koos hapnikust ja wesinikust.

Loodusline wesi. $^3/_4$ maakera pinda on wesi: mered, järwed, jõed jne. Õhus on teda weeauruna: udu, pilwed. Wesi maakera pinnal ei ole mitte puhas: temas on mitmesugused muud ained, mis sinna sattunud õhust wõi mullast. Muude ainete hulgas on wees suurem wõi wähem hulk õhku sulatatud, mille tõttu temas loomad ja taimed wõiwad elutseda.

Soendame klaasanumas külma wett. Weest tõusewad õhu wullikesed üles.

Puhtam loodusline wesi on wihmawesi, nimelt peale pikemat sadu. (Miks?) Wesi sattub maapinda, kus ta hakkab eneses sulatama mitmesuguseid aineid nii et looduslist wett maapinnal ei wõi enam puhtaks arwata.

Mineraalwesi. Loodusline wesi sulatab eneses mitmesuguseid mineraal kehi: lupja, gipsi, rauda, soola jne. Lupja, kaltsiumi, sisaldaw wesi on kõwa ehk karge.

Kui wesi suuremal hulgal mingisugust mineraali sisaldab, siis nimetatakse sarnast wett mineraalweeks. On olemas soola-, mõru-, raua-. wääwli- ja t. weed. Mineraalweed sünniwad sel teel, et wesi nimetatud ainete lademetest läbi jookseb ja osa ainet eneses sulatab. Mitmesugused terwisweed on mineraalweed ja sisaldawad inimese organismile kasulikke soolasid wõi muid aineid. (Narsaan, Borshoom-Franz-Joosepi wesi ja t.).

Destilleerimine. Wees wõib olla kahte seltsi lisandusi: ühed on wees sulanud, teised on temas kaaluwas olekus, suspendeeritud. Bakteeriad, sawi, kõnts on wees kaaluwas olekus.

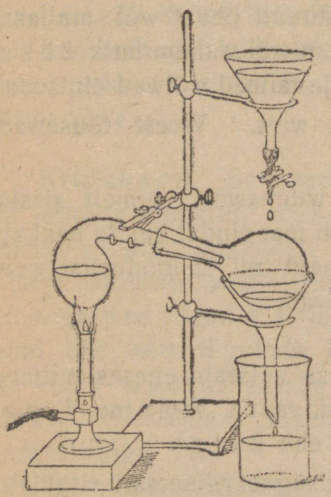
Ükski loodusline wesi ei ole täitsa puhas neist lisandustest.

Kõige puhtama wee saame destilleerimise, ajamise teel.

Wihmawesi on niisama destilleeritud wesi, kuid sisaldab eneses, iseäranis saju algusel, tolmu, mikroskoobilisi kehi, gaase jne.

Wee destilleerimist wõib kõige lihtsamini toimetada kolbide ja lehtri abil (47 kujund). Teistest wee destilleerimise wiisidest waata lhk. 19.

47. kujund.



Wee destilleerimine.

Destilleeritud wett tarwitatakse keemias ja apteegis sulatiste ja rohtude walmistamise juures (aqua destillata).

Keemiliselt puhas wesi ei juhi peaaegu elektrit: 1 *mm* kõrgune wee tsilinder takistab woolu niisuure jõuga, nagu sama diameetriga wasktraat, mille pikkus tuhat korda suurem ekwaatorist.

Filtreerimine. Wee filtreerimiseks tarwitatakse urbseid kehi, liiwa, sütt jne. Filtreerimisel peetakse kinni suspendeeritud kehad. Iseäranis heaks filtreerimise aineks on süsi, mis enesesse imab kõrwalisi aineid, wärwi jne. Liiwafiltrid töötawad kiiresti. Filtrit tuleb tihti puhastada, et kinni peetud organismid mädanemist ei tekitaks.

Laboratooriumites tarwitatakse filtreerimiseks harilikult filtreerimispaberit (48 kujund).

Looduses on allikate ja kaewude wesi filtreeritud läbi liiwa kihi.

Füüsikalised omadused. Puhtal weel ei ole maitset ega lõhna. Õhukesed kihid on wärwitud, paksemad — helesinised. Liig paks weekiht ei lase walguse kiiri läbi, sellepärast on meresügawustes kottpime.

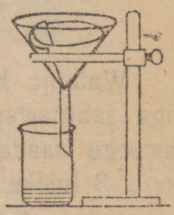
Wesi tiheneb temperatuuri langemisega kunni 4° C. Allpool seda t° paisub wee maht. 0° juures wõrdub ta maht wee mahule 8° juures. Wee hulk 4° C juures ühe *ccm* mahus wõetakse aluseks teiste kehade tiheduse määramisel ja loetakse kaaluüksuseks, g r a m m i k s.

Suhe wee mahu ja temperatuuri wahel on järgmine:

	t°	Tihedus:	Erimaht:
Wesi:	0°	0,99987	1,00013
„	4°	1,00000	1,00000
„	8°	0 99988	1,00012
„	20°	0,99823	1,00177
„	100°	0,95863	1,04343
Jää	0°	0,91674	1,09083

Nagu siit näha, wee maht suureneb jääks külmates 1/11 wõrra. Et jää maht wee mahust suurem, siis jää ujub wee pinnal, mis looduses wäga suure tähtsusega, Jää sünnitab wee pinnal koore, mille all wedel wesi, kus organismid wõiwad edasi elutseda. Jää mahu hüppelise suurenemise tagajärjel murenewad ka kaljud, mille pragudesse wesi on sattunud.

48. kujund.



Wee filtreerimine läbi filtreerimispaberi.

Jää sulanemise temperatuur wõetakse termomeetri skaala 0 punktiks.

Wee keemise punkt normaal õhurõhumise juures (760 *mm*) loetakse 100° C. Et wedelikkude keemise juures nende auru surumine (tensioon) wõrdub neil lasuwa atmosfääri rõhumisele, siis on arusaadaw, et ka wee keemine muutub atmosfääri rõhumise kohaselt. Järgnewas tabelis on näidatud wee keemise t° mitmesuguse õhurõhumise juures.

Wee keemise punkt on:

76 *mm*	juures	46,2°	3 atm.	juures	133,9°
760 „ 1 atm.	„	100,0°	4 „	„	144,0°
1,5 „	„	111,7°	8 „	„	170,8°
2 „	„	120,6°	10 „	„	180,3°

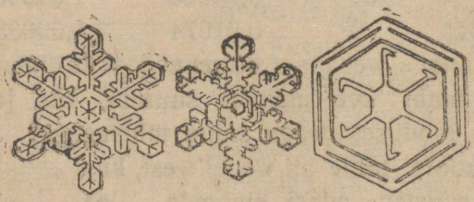
Wee kriitiline t° on 370, s. t. selle temperatuuri juures muutub wesi igasugusel rõhumisel auruks. Tensioon kriitilise

temperatuuri juures on 195,5 atm. 1 *g* wett annab keedes 100° juures 1700 kordse mahu auru sama t° juures. Seda wee omadust kasutatakse aurumasinates.

Wesi laguneb kuumutades 1000° juures wesinikuks ja hapnikuks.

Jää. 0° juures wõiwad kõrwuti olla wesi ja jää. Ainult soojuse kahanemisega muutub kogu wesi jääks. Wett wõib jääks muuta jahutawsegu abil.

49. kujund.



Lume kristallid.

Walame katseklaasi 2—3*g* wett ja hakkame katseklaasiga jahutawsegu liigutama. Wesi külmab jääks. (Jahutawsegu saadakse kõige lihtsamalt siis, kui wõtta 1 lusik soola 3 lusika jää kohta).

Jää on kristallkeha. Jää kristallid on siis hästi märgatawad, kui weeaur jääks külmab (sublimatsioon, lumi, härmatis, lumeräätsakad 49 kujund).

Hügroskoobiline wesi. Mitmed kehad imawad õhust enesesse weeauru ja hoiawad selle poorides kinni. Kloorkaltsiumi, wääwelhapet, kloormagneesiumi ja t. tarwitatakse sellepärast kindlate kehade ja gaaside kuiwatamiseks. Kehi, mis enesesse kergesti weeauru imawad, nimetatakse hügroskoobilisteks.

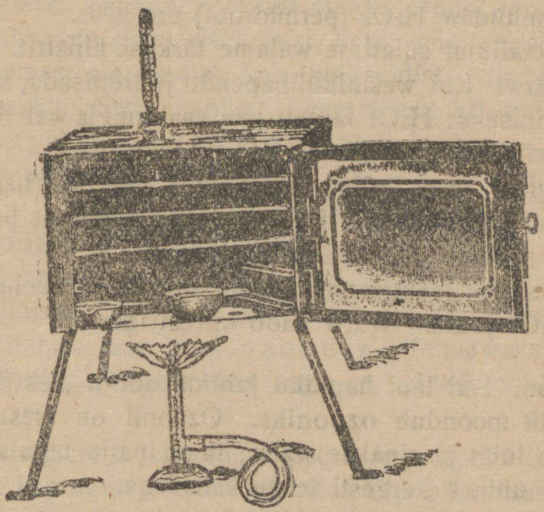
Kehi kuiwatatakse ka sel teel, et neid kuiwatamiskappides (50 kujund) soendatakse 105°—120° juures, et ainult hügroskoobiline wesi lahkuks. Kõrgema temperatuuri juures hakkawad kehad keemiliselt laguma.

Keemilised omadused. Madala temperatuuri juures on wesi indefferent keha. Temperatuuri tõusmisega wee omadused muutuwad suuresti. Kõrge kuumuse juures weeaur hapendab elemente.

Iseäranis tähtsat osa etendab wesi s u l a t i s t e s. Mitmed kindlad kehad ja gaasid kaowad wees wärwimuutuseta.

Sulatised on omaduste järele osalt keemilised ühendused, osalt mehaanilised segud.

50. kujund.



Kuiwatamiskapp.
Kuiwatamine sünnib 105°—120° C juures kunni p ü s i w a kaaluni; s. t.: wõetud keha kaal ei wähene enam kuiwatamisel.

Wesinikülihapend, H_2O_2, leidub wähesel hulgal õhus, iseäranis peale äikest, wihmawees ja ka lumes. Saadakse baariumülihapendist ja wääwelhappest. Wesinikülihapend on wärwitu wedelik, mis kergesti laguneb weeks ja hapnikuks:

$$H_2O_2 = H_2O + O$$

Wesinikülihapend. Wesi. Hapnik.

Soendame katseklaasis wesinikülihapendit. Hapniku wullid tõusewad kiiresti üles ja süütawad hõõguwa peeru katseklaasis põlema.

Walguse käes laguneb H_2O_2 ka kergesti.

Wesinikülihapendi sulatist (harilikult 3%) tarwitatakse tehnikas ja arstiteaduses hapendamise, oksüdatsiooni, wahendina: eranew hapniku aatom ühineb teiste kehadega palju kiiremini, kui hapnik lihtkehana. Sellepärast tarwitatakse wesinikülihapendit desinfetseerimiseks, walgendamiseks jne. Kurgu kuristamisel tapab haiguse idud, hammaste puhastamisel teeb need walgeks. Niisama kaotawad juuksed loomuliku wärwi ja muutuwad õlg-kollaseks, kui neid wesinikülihapendiga pesta.

Puhas H_2O_2 on raske wedelik, erik. 1,5, wastiku maiguga. Apteegis müüdaw H_2O_2 (perhüdrool) on 30%.

Joodkaaliumi sulatisse walame tärklise kliistrit. Sulatis ei muuda wärwi. Kui wesinikülihapendit juure lisada, siis kliister wärwub siniseks: H_2O_2 laotab joodkaaliumi ja wabaks saanud jood wärwib tärklise siniseks.

Wärwime wee indigo sulatisega siniseks, lisame juure rauawitrioli kristallikese. Kui wesinikülihapendit juure tilgutada, siis muutub wärw kiiresti kollaseks.

Hapustame mangaanhapukaali sulatist wääwelhappega ja lisame H_2O_2 juure. Wärw kaob kiiresti ära.

Ozoon. Kui läbi hapniku juhtida nõrku elektrisädemeid, siis hapnik moondub **ozooniks.** Ozoonil on isesugune fosforitaoline lõhn ja sinakas wärw; ta on palju tegutsewam kui hapnik ja ühineb kergesti teiste kehadega.

Ozooni lõhn on selgesti tunda sädemete saamisel elektri masinaga. Looduses tekib ta äikese ajal (Metsade sinakas wärw).

Wõtame 2—3 *g* mangaanhapukaalit kolbi ja walame sinna juure kanget wääwelhapet. Kolbi loksutades tundub ozooni lõhn. (Ettewaatust!).

Ozoonil on suur hapendamise omadus.

Kastame tärklise ja joodkaaliumi sulatisse filtreerimispaberi ja hoiame selle ozooni õhus. Jood wabaneb ja wärwib tärklise siniseks:

$$2KJ + H_2O + O_3 = 2KOH + O_2 + J_2$$

Joodkaalium. Wesi. Ozoon. Kaalileelis. Hapnik. Jood.

Ozoon tapab bakteeriaid ja m. haiguse idusid. On olemas isesuguseid apparaate, mille abil wõib ozoneerida joogiwett, niisama ka õhku.

Allotroopia. Kui teatud hulk hapnikku ozooniks muuta, siis wäheneb maht kolmest kahe peale. 300°-ni kuumutades muutub ozoon hapnikuks, mille juures maht suureneb kahelt kolmeni. Nende nähtuste juures aine kaal ei muutu sugugi.

Need katsed näitawad, et hapnik ja ozoon seisawad koos ühest ja samast elemendist, mis moodustab kaks isesugust keha.

Katsete waral wõib selgusele jõuda, et hapniku (lihtkeha) molekul seisab koos kahest hapniku (elementi) aatomist, kuna ozooni molekulis on kolm hapniku aatomi. Kolmas aatom eraneb kergesti, mille tõttu ka ozoonil on suur hapendamise jõud. Hapniku (lihtkeha) formul on O_2, ozooni formul — O_3.

Keemias tuntakse weel teisi kehi, mis seisawad koos ühest ja samast elemendist, kuid wälispidiste omaduste järele lähewad lahku. Seda nähtust nimetatakse **allotroopiaks** ja kehi allotroobilisteks teisenditeks.

Ozoon weeldub —106° juures.

Ajaloolised märkused. *Van-Marum* (1785 a.) pani tähele, et hapnik isesuguse terawa lõhna omandab elektrisädemete juures. *Schönbein* (1840 a.) uuris seda nähtust lähemalt ja nimetas uue aine ozooniks (lõhnawaks). Lõhna järele wõib ozooni tunda õhus isegi siis, kui teda on 1 : 500000.

Status nascens. Katsetest ozooni ja wesinikülihapendiga nägime, et hapnikul wõiwad olla iseäralised aktiiwsed hapendamise omadused. Seda nähtust tuleb seletada sellega, et need (ozoon ja wesinikülihapend) kehad ei ole püsiwad, waid kergesti eraldawad hapniku aatomi. Sel aatomil-elemendil on tema sündimise momendil suur hapendamise wõime, suurem kui hapnikul-lihtkehal. Kui ozooni molekulist hapniku aatom wabaneb, siis ta otsib kohe mõne teise keha, millega ühineda, sest aatom iseseiswalt ei ole mõeldaw. Sellest ka tema suur aktiiwsus.

Üleüldse kõigil kehadel on nende sündimise momendil, *in statu nascendi*, iseäraliselt suur aktiiwsus ja reaktsiooni wõime.

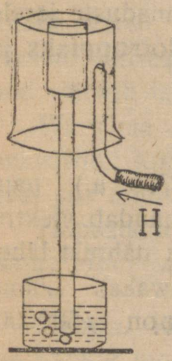
Diffusioon. Urbsete (poorsete) seintega tsilindri awaus on sulutud korgiga, mille läbi juhitakse wette pikk klaastoru

(51 kujund). Katame tsilindri klaasiga ja juhime sinna alla wesiniku. Toru alumisest otsast hakkab õhk wullidena wälja tulema, sest et wesinik läbi tsilindri seinte tungib.

Seda gaaside liikuwust ja läbitungiwust nimetatakse **diffusiooniks.**

Gaasid diffundeeriwad ka wabas õhus: kui lõhnawa wedelikuga pudelikene ühes toa nurgas awada, siis lõhnaw gaas lendub õhus laiali. Diffusioon seletab ülepea kõik gaaside lewimise nähtused.

51. kujund.



Diffusioon.
H-wesinik juhitakse klaasi alla, kus ta läbi poorse tsilindri seinte diffundeerub nii kiiresti, et tsilindrist toru kaudu õhu wullid wette ilmuwad.

Igal gaasil on oma kiirus, millega ta diffundeerib. Wesinikul on diffundeerimise kiirus kõige suurem.

Lahtise awausega allapoole pööratud tsilindris, kuhu wesinikku korjatud, ei leidu wähe aja pärast wesiniku jälgegi. Niisama sünnib ka teiste gaasidega.

Mõõtmistega on tõendatud, et mida kergem on gaas, seda kiiremini ta diffundeerub. Diffundeerimise kiirust väljendab järgmine seadus:

Diffundeeruwad hulgad ja ruutjuured gaaside tihedusest on wastupidi proportsionaalsed.

Wesinik diffundeerub hapnikust 4 korda kiiremini, sest et:

$$H : O = \underbrace{\sqrt{16} : \sqrt{1}}_{\text{tiheduse ruutjuured}} = \underbrace{4 : 1}_{\substack{\text{wesiniku hapniku} \\ \text{diffundeerimise kiirus}}}$$

Wesinik ja õhk diffundeeriwad järgmisis suhetes:

$$\text{Wesinik} : \text{õhk} = \sqrt{1} : \sqrt{0{,}0695} = 3{,}8 : 1$$

Küsimused ja ülesanded. 52. kujundil on joonistatud apparaat, mis kujutab diffusiooni. Kuidas töötab see apparaat?—Missugune wesi lahkub kuiwatamise juures: kas hügroskoobiline wõi hüdraatwesi? Mis on härmatis? — Millal ilmub härmatis? — Kuidas sünnib õhu puhastus eluruumis?

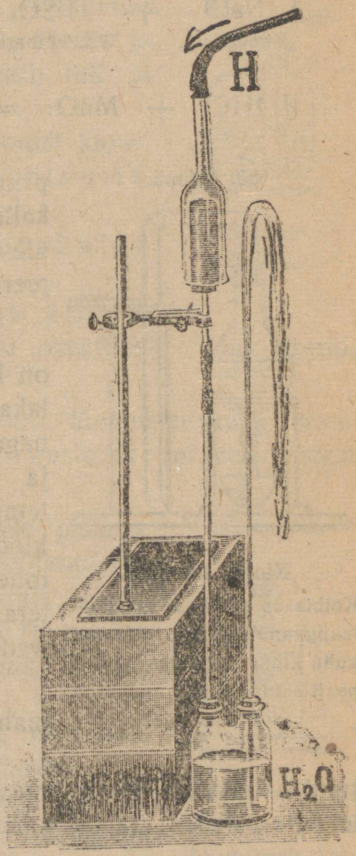
9. Kloor.

Chlor, Cl = 35,46.

Leidumus. Looduses ei leidu sidumata kloori, sest et ta ühineb suurema osa elementidega juba tawalise temperatuuri juures. Seda rohkem kloori ühendusi on looduses. Tähtsam kloori ühendus looduses on kloornaatrium, NaCl — keedu- wõi kiwisool. Ka kaaliumi ja magneesiumiga ühineb kloor.

Kloor on wäga mürgine gaas, sellepärast tuleb katseid temaga teha wabas õhus wõi hästi tuulutatawas ruumis.

52. kujund.



Diffusioon.

Saamine. Laboratooriumis saadakse kloori harilikult soolhappe hapendamisel mangaanülihapendiga (pürolusiit, pruunkiwi).

Kolbi wõi katseklaasi walame kontsentreeritud soolhapet, puistame sinna mangaanülihapendit ja soendame segu. Eranewa gaasi korjame tühja tsilindrisse (53 kujund). Anumad, milles on kloor, tulewad niiske paberiga wõi klaasikesega suluda.

Kolbis sünnib järgmine reaktsioon:

$4HCl$	+	MnO_2	=	$MnCl_2$	+	$2H_2O$	+	$2Cl$
145,88		86,93		125,85		36,04		70,92
Soolhape.		Mangaanülihapend.		Klooris-mangaan.		Wesi.		Kloor.

Siin sünnib hapendamise reaktsioon: MnO_2 hapnik hapendab HCl wett sünnitades ja kloori wabastades.

Kloori võib saada ka soolhappe lagumisel elektriwoolu mõjul. (Elektrolüüs.)

Kui keedusoola ja mangaanülihapendi segu wääwelhappega üle walada, siis sünnib soolhape, mis mangaanülihapendist kloori wälja tõrjub:

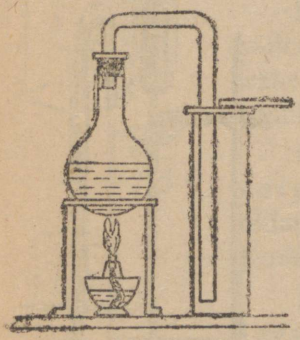
I $NaCl + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HCl$

Keedusool. Wääwelhape. Hapu naatriumsulfaat. Soolhape

II $4HCl + MnO_2 = MnCl_2 = 2H_2O + 2Cl$

Harilikult võetakse 4 k.-ü. puru pruunkiwi ja 5 k.-ü. keedusoola; segu kallatakse lahjendatud wääwelhappega üle (12 k.-ü. = $6^1/_2$ mahtu kontsentreeritud H_2SO_4 ja 6 osa wett).

53. kujund.



Kloori saamine.
Kolbis on soolhape ja mangaanülihapend. Anum, kuhu kloori kogutakse, tuleb pealt suluda niiske paberiga wõi klaasiga.

Füüsikalised omadused. Kloor on kollakasroheline gaas (chloros-kollakasroheline) wänge ja terawa lõhnaga. Ta on raskem õhust. —34° ja tavalisel õhurõhumisel wõi toa temperatuuri ja 6 atmosfääri rõhumisel kloor weeldub. Wedelik on tumeroheline. Müügile läheb wedel kloor teras anumates. —102° juures angub wedel kloor kollakaks massiks.

Kloor sulab wees kergesti: üks maht wett sulatab kaks mahtu kloori.

Laseme kloori läbi wee (54 kujund). Kloor sulab wees. Saadud sulatist nimetatakse kloorweeks; ta on rohekat wärwi ja kloori lõhnaga.

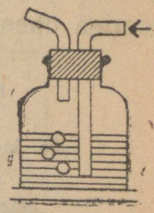
Keemilised omadused. Klooril on suur keemiline sugulus, ta ei ühine harilikul tingimistel ainult wesiniku, süsiniku ja lämmastikuga. Sissehingamise juures ta ühineb werega (weres olewa rauaga) ja sellepärast ta on mürk. Weres tekiwad kloori mõjul tardunud tükikesed, mis peentes weresoontes wereringjooksu takistawad, mille tagajärjel weresooned

wõiwad lõhkeda sisemist werewoolust ja surma sünnitades. Ilmasõjas tarwitatud „lämmastaw gaas“ oli peaasjalikult kloor.

Mitmete metallidega ühineb kloor nii ägedasti, et selle juures sünniwad soojus ja walgus (põlemine.)

Wõtame anuma klooriga ja puistame sinna antimooni pulbrit (peenikest puru), kulla lehekesi, wõi pistame anumasse soendatud wasktraadi. (55 kujund) Sünnib kloori ja metalli ühendus, mille juures tekib tuli ja eraldub soojus.

54. kujund.



Kloorwee saamine.

Seejuures saadakse antimoonist kloor-antimoon, $SbCl_3$, ja wasest kloorid-wask, Cu_2Cl_2.

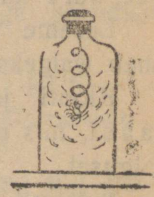
Kuld sulab kloorwees kloorkulda sünnitades, $AuCl_3$.

Kloori ühendused nimetatakse kloriidideks (hapniku ühendused on oksiidid): tsink-kloriid, wask-kloriid jne.

Iseäranis suurejõuline on kloori ühinemise tung wesinikuga, sellepärast kloor wõtab wesiniku mitmesugustest ainetest ära.

Kloori sisaldawasse anumasse pistame paberi äärekese, mis tärpentiinis leotatud (56 kujund). Kloor hakkab tärpentiinis olewa wesinikuga ühinema, paber süsineb (tärpentiin on süsiniku ja wesiniku ühendus, $C_{10}H_{16}$) ja plahwatab põlema.

55. kujund.



Wasktraadi põlemine klooris. Anum peab korgitud olema. Katsega pandu toime tõmbuskapis wõi lahtises õhus.

Kloori mõjul sünnib ka wee lagumine, mis päikesekiirte käes sünnib aeglaselt.

Täidame katseklaasi kloorweega ja paneme selle awausega allapoole klooriweega täidetud klaasi (57 kujund). Kui anumad mõni aeg päikesewalguse käes on seisnud, märkame gaasi kogumist katseklaasi ülemasse ossa. Hõõguwa peeruga katsudes weendume, et gaas on hapnik:

$$2H_2O + 2Cl_2 = 4HCl + O_2$$

Wesi. Kloor. Soolhape. Hapnik.

Orgaanilised kehad lagunewad kloori mõjul. Sellepärast tarwitatakse kloorwett ja kloorlupja tehnikas riiete pleekimiseks. Niisama kloor tapab külgehakkawate haiguste idud. Siin peab tähendama, et nimetatud kloori omadused olenewad kloorweest eralduwast hapnikust. Wiimase hapendaw wõime on iseäranis suur sündimise momendil (*in statu nascendi*). Niisama eraldub hapnik weest, kui wiimast klooriga ühendada:

$$2Cl + H_2O = 2HCl + O$$

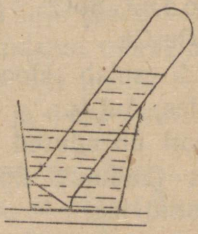
Kloor. Wesi. Soolhape. Hapnik.

56. kujund.



Tärpentiini põlemine klooris.

57. kujund.



Wee lagumine kloori mõjul.

Laseme kloori läbi lakmusega wõi tindiga wärwitud wee. Wee wärw kaob (58 kujund).

Laseme wärwilise riide mõneaja kloorwees seista. Riie läheb walgeks.

Kloori ja wesiniku segu sünnitawad kloorpauk-gaasi, mis plahwatab juba päikese kiirte wõi magneesiumi walgusel.

Wõtame kaks ühesuurust katseklaasi ja täidame ühe wesinikuga, teise klooriga. Nende awausi wastastikku seades loksutame gaasid segamini, mille järele nad awame tuleleegi kohal. Sünnib plahwatus ja katseklaasidest tõuseb kloorwesiniku aur üles:

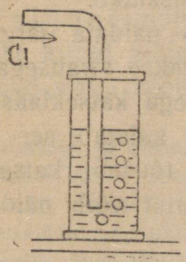
$$H + Cl = HCl$$

Wesinik. Kloor. Kloorwesinik.

Kui klooriga täidetud anumasse juhtida põlewat wesinikku, siis põlemine kestab edasi, mille juures sünnib kloorwesinik (59 kujund).

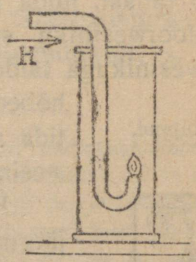
Küsimused ja ülesanded. Mitu *g* pruunkiwi on waja, et 50 gr. kloori saada?—Mitu *g* 30% soolhapet on selleks waja?—Mis sünnib põlewa küünlaga, mis mahutatakse kloori atmosfääri?—Miks roostetawad raud asjad kloori aurus? — Millel põhjenewad kloori h a p e n d a m i s e omadused? — Miks ei mõju kuiw kloor hapendawalt? — Et kloor ühineb kergesti weega, siis peab kloori kuiwatama. Kuida seda teha?

58. kujund.



Lakmuse, tindi wõi mõne muu wärwi sulatis kaotab wärwi, kui kloori juhtida läbi sulatise.

59. kujund.



Wesiniku põlemine kloori atmosfääris.

10. Kloorwesinik. Soolhape.

Saamine. Paneme kolbi wõi katseklaasi keedusoola ja walame kanget wääwelhapet peale. Juba kerge soenduse juures k l o o r w e s i n i k hakkab eralduma.

$$\underset{\text{Keedusool.}}{NaCl} + \underset{\text{Wääwelhape}}{H_2SO_4} = \underset{\substack{\text{Naatrium-}\\\text{kahelis sulfaat}}}{NaHSO_4} + \underset{\text{Kloorwesinik}}{HCE.}$$

Kui tahetakse kõike wääwelhapet kasutada, siis peab reaktsioon kõrge kuumuse juures sündima:

$$\underset{\text{Keedusool.}}{2NaCl} + \underset{\substack{\text{Wääwel-}\\\text{hape}}}{H_2SO_4} = \underset{\substack{\text{Wääwelhapu-}\\\text{naatrium}\\\text{(Glauberi sool).}}}{Na_2SO_4} + \underset{\text{Soolhape.}}{2HCl}$$

Füüsikalised omadused. Kloorwesinik on wärwitu, terawa lõhnaga gaas, hapu maiguga. Õhus suitseb: ühineb õhus olewa niiskusega udu tekitades. Hariliku t^0 juures ja 42 atm. rõhumisel muutub ta wedelikuks.

Kloorwesinik sulab suurel mõõdul wees: 0° juures sulatab 1 maht wett 500 mahtu kloorwesinikku. Juhime kloorwesiniku katseklaasi wee peale. Torust wäljatulles sulab wees ära. Saadud sulatis on soolhape. Harilik kange soolhape sisaldab 24% HCl (erik. 1,12), müügil olewas soolhappes on 38% HCl (erik. 1,19.). Soolhappe kollakas wärw oleneb rauast, mida puhastamata hape sisaldab.

Kloorwesiniku sulamist wees wõib näidata järgmiselt. Kloorwesinikuga täidetud katseklaas seatakse awausega elawhõbedasse. Kui torukesega katseklaasi juhtida mõni *ccm* wett, siis sulatab see kloorwesiniku ja elawhõbe tõuseb katseklaasi.

60. kujund.



Wee fontaan kloorwesiniku atmosfääris.

Kloorwesiniku sulamist wõib näidata ka järgmise katsega.

Kuiwa pudelisse korjame kloorwesinikku. Sulume awause korgiga, mille läbi on pistetud klaastoru. Toru otsa awame wee anumasse. Kloorwesinik sulab ja läbi toru purskab wesi suure jõuga pudelisse. Kui wee asemele wõtta sinise lakmuse sulatis, siis purskaw wesi wärwub punaseks. (60 kujund).

Keemilised omadused. Gaasilisel kloorwesinikul (weeldatud) on teised omadused kui soolhappel: esimene ei wärwi sinist lakmust punaseks, ega mõju metallidesse. Soolhape on kange, ta sulatab eneses mitmeid metalle ja metallhapendeid. Metallide ja metallhapendite ühendusel soolhappega sünniwad soolad, kloriidid.

Kloriidid sulawad kergesti wees; raskesti sulab hõbekloriid, AgCl.

Tilgutame keedusoola sulatisse hõbenitraadi sulatist; seejuures sadeneb põhja walge kloorishõbe;

$$NaCl + AgNO_3 = AgCl + NaNO_3$$

Keedusool. Hõbenitraat. Kloorishõbe. Naatriumnitraat.

Soolhapet tarwitatakse tehnikas mitmeks otstarbeks.

Soolhappe kolme mahu ja lämmastikhappe ühe mahu segu nimetatakse kuningweeks. Ta sulatab eneses kõiki metalle, ka kulda.

Kloorwesinik on ainukene ühendus, mida sünnitawad kloor ja wesinik.

Kui segada mõlemate gaaside ühesuurused mahud ja jätta täiesti pimedasse kohta, siis ei sünni nende wahel mingisugust reaktsiooni. Walguse käes nad ühinewad, kusjuures otsekohesed päikese kiired isegi plahwatuse wälja kutsuwad.

W a l g u s e mõju on keemias wäga tähelpanemise wäärt. Walguse kiired mõjuwad wärwidesse walgendawalt, s. o. nad kutsuwad wälja keemilisi reaktsioone.

Küsimused ja ülesanded. Mitu *g* keedusoola, mangaanülihapendit ja wääwelhapet läheb tarwis kloori saamiseks, mis täidab 0,3 *m* kõrge ja 0,1 *m* laiuse tsilindri? — 350 *g* keedusoolast ja MnO_2, mis 10% muid aineid sisaldab, ja inglis-wääwelhappest (kus 30% wett) tuleb kloori saada. a) Kui palju läheb MnO_2 tarwis? b) wääwelhapet? c) palju saadakse kloori mahu ja kaalu järele? — Mitu *g* kloorwesinikku eraneb 700 *g* keedusoolast ja palju kaalub saadud naatriumkahelissulfaat? — Et 45% soolhapet saada, juhitakse kloorwesinik 25 *l* wette. a) Mitu *kg* gaasi on selleks tarwis? b) palju keedusoola? c) palju wääwelhapet? d) palju saadakse selle juures glauberi soola? — Miks ei tekita kaaliumkloraat hõbe soola sulatisega sadet? — Miks tarwitatakse metall asjade puhastamiseks soolhapet? — Mis tuleb meeles pidada, kui kloori pesemise, pleekimise ja desinfitseerimise juures tarwitatakse? — Mitu % kloorwesinikku sisaldab 0^0 juures küllastatud soolhape? (1 maht wett sulatab 0^0 juures 500 mahtu gaasi ja 1 liiter gaasi kaalub 1,641 *g*.)

11. Gay-Lussac'i seadus ja Avogadro hüpotees.

Avogadro hüpotees. Kloorwesiniku koosseisu võib määrata järgmiste katsete waral:

a) Kui lasta elektriwool läbi kange (umbes 23%) soolhappe, siis saame ü h e s u u r u s e d m a h u d wesinikku ja kloori (61 kujund).

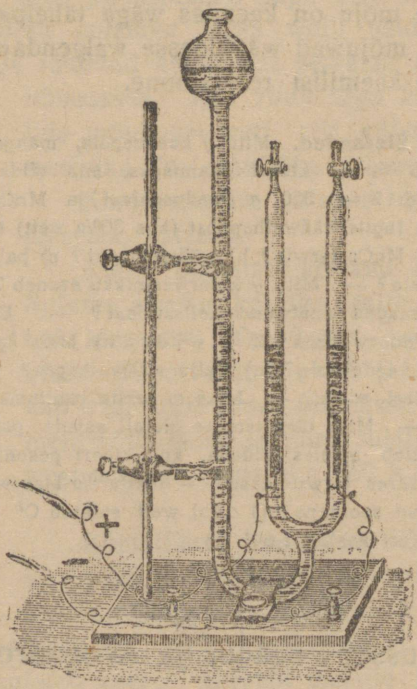
Selle katse jaoks on tarwitatawad süsielektroodid, aga mitte platiin. Kloor ja wesinik kogunewad torudesse, kust neid wõib wälja lasta.

b) Kui wõtta ühesuurused mahud kloori ja wesinikku, siis saadakse k a k s m a h t u kloorwesinikku, HCl.

Arwudega wõib kloorwesiniku koosseisu järgmiselt esitada:

	Kaaluüksused:	Mahud:
Kloor:	97,24% wõi 35,46 osa	1
Wesinik:	2,76 „ „ 1,008 „	1
Kloorwesinik:	100,00% „ 36,468 „	2

61. kujund.



Soolhappe elektrolüüs.
Elektroodid peawad olema walmistatud sütest.

Sellepärast on siis ka kloorwesiniku formul HCl. Nagu sellest näha, suhe kloori, wesiniku ja kloorwesiniku mahtude wahel on wäljendatawad lihtsate terwete arwudega.

Wee elektrolüüsist selgus, et wesi seisab koos ühest mahust hapnikust ja kahest mahust wesinikust.

Niisama saadakse 1 mahust hapnikust ja 2 mahust wesinikust kaks mahtu weeauru (kui katse juures temperatuur on üle 100°)

Ka teiste keemiliste ühenduste juures tuleb ilmsiks sama nähtus, et **wõetud gaaside ja nende ühenduste wahel on lihtne mahtude suhe:**

$$HCl : H : Cl = 2 : 1 : 1$$
$$H_2O : H_2 : O = 2 : 2 : 1$$

Sarnase korrapärasuse keemiliste elementide wahel wäljendas *Gay-Lussac* (1808 a.) seaduses:

1. Kui kaks gaasilist ainet ühendusse astuwad, siis nende mahtude wahel on lihtne terwete arwudega wäljendataw suhe, nagu 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3 jne.

2. Ühendusse astunud gaaside ja saadud gaasi mahtude wahel on niisama lihtsate arwude suhe: 1 : 2, 1 : 3, 3 : 2, 4 : 2 jne.

Arusaadaw, et need seadused wäljenduwad ainult siis, kui gaaside mahud mõõdetakse ühesugustel tingimustel, s. o. ühesuguse temperatuuri ja rõhumise juures.

Gay-Lussac'i seaduse seletuseks awaldas *Avogadro* (1811 a.) järgmise hüpoteesi:

Kõikide gaaside ja aurude wõrdsed mahud sisaldawad ühesuguse temperatuuri ja rõhumise juures ühepalju molekule.

Loogiliselt peab siit järeldama, et **kõikide gaaside molekulid on ühesuurused.**

Molekuli all Avogadro mõistis kõige wähemat lihtkeha wõi ühenduse osa, mis gaasilises olekus olemas.

Avogadro hüpotees on meie aja keemia tähtsama alus.

Avogadro seadust aluseks wõttes jõuame weel järgmistele tähtsatele otsustele.

Ühenduste ehitus. Kui oletada, et kloori, wesiniku ja hapniku molekulid seisawad koos ainult **ühest aatomist**, s.o.: **aatom** oleks sama mis **molekul**, — siis ei ole wõimalik seletada awaldunud mahu suhet.

Oletame, et igas liitris on n molekuli (tähendab: ka n aatomi) wesinikku, hapnikku wõi kloori. Keemilisel ühinemisel saaksime:

$$\underset{n}{H} + \underset{n}{Cl} = \underset{2n}{HCl}$$

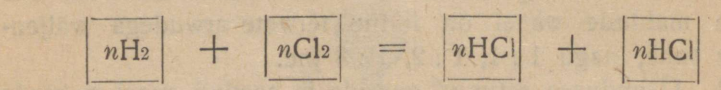
molek. molek. molek.

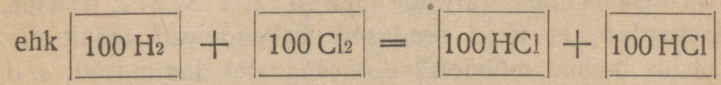
$1l$ $1l$ $2l$

Et aga igas HCl molekulis peab olema **kaks** aatomit (H aatomt ja Cl aatom), siis 2 *n* molekulis peaks olema 4 *n* aatomit, mis täitsa wõimata, sest et oletuse järele (1*l* on *n* aatomit) meil aatomisi üldse on ainult 2 *n*.

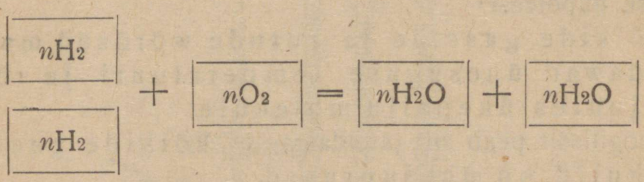
Ainukene järeldus, mis siit teha wõib, on, et kloori, wesiniku, hapniku (ka lämmastiku ja wääwliauru) molekulid on **kaheaatomilised**.

Joonistuse abil wõiskime neid nähtusi nii seletada:





Wõrdsetes mahtudes on ühe palju molekule, ja wõetud gaaside aatomite arw wõrdub saadud gaasi aatomite arwule.



S. t. kaks mahtu wesinikku ja üks maht hapnikku moodustawad kaks mahtu weeauru.

Et hapniku aatomikaal 16, siis on tema molekuli kaal $16 \times 2 = 32$, wesiniku molekuli kaal = 2,016 jne. **Molekuli kaalu grammides nimetatakse gramm-molekuliks** ehk lihtsalt *mol*.

Üks *mol* hapnikku wõrdub 32 *g*; üks liiter hapnikku kaalub 1,429 *g* (0° ja 760 *mm* rõhumisel), siis on ühe *mol*'i maht $-32 : 1{,}429 = 22{,}4$ **liitrit**. Kui nüüd Avogadro hüpoteesi arwesse wõtta, siis jõuame tähtsale otsusele: **iga gaasi *mol* on 22,4 liitrit.**

Molekulaarkaalu arwamine. Avogadro hüpoteesi järele on wõrdsetes gaasi mahtudes ühepalju molekule; selle wäite loogiliseks järelduseks on, et **gaaside molekulide kaalud suhtuwad nagu nende gaaside wõrdsete mahtude kaal.**

Ütleme, et 1 *l* wesinikku kaalub m *g* (ja sisaldab *n* molekuli); kui 1 *l* hapnikku M *g* kaalub (sisaldab niisama *n* molekuli), siis on kaalu suhe wesiniku ja hapniku molekulide wahel

$$H : O = m : M.$$

Katsed näitawad, et see suhe on

$$1{,}008 : 16.$$

Üks liiter wesinikku kaalub nimelt 0,0895 *g* (0° ja 760 *mm* juures).

Molekulaarkaalu aluseks wõttes arwatakse wälja ka aatomikaal, kus juures hapniku aatomikaal loetakse **16**.

Molekulaar- ja aatomikaalu arwamiseks on olemas weel mitmed teised teed.

12. Elementide wäärisus. Walents.

Ühenduskaal. Avogadro hüpoteesi järele on wesiniku ja hapniku kaalu suhe 1 : 16 (õigem 1,008 : 16). Elektrolüüs aga näitab, et kahe aatomi wesinikuga ühineb üks aatom hapnikku, kus juures sünnib wesi. Nii siis wees wesiniku ja hapniku kaalu suhe on 1 : 8 (2 : 16 = 1 : 8). 8 nimetatakse hapniku ühenduskaaluks. Elemendi ühenduskaaluks üldse nimetatakse grammide arwu, mis ühe *g* wesinikuga ühineb wõi ühe *g* wesinikku tema ühendusest wälja tõrjub. Ühenduskaalu nimetatakse ka ekwiwalent-kaaluks ehk keemiliseks ekwiwalendiks.

Nii ühinewad 1 *g* wesinikku ja 35,5 *g* kloori soolhappeks, HCl. 8 *g* hapnikku ja 1 *g* wesinikku weeks, H_2O; 4,67 (= $^{14}/_{3}$) *g* lämmastikku ja üks *g* wesinikku ammoniakiks, NH_3 ja üks *g* wesinikku ja 3 *g* süsinikku metaaniks, CH_4. Need arwud on kõik katsetest saadud.

Kui nüüd wõrrelda aatomikaalu ühenduskaaluga, siis saame järgmise pildi:

	Kloor.	Hapnik.	Lämmastik.	Süsinik.
	Cl	O	N	C
Aatomikaal	35,5	16	14	12
Ühenduskaal	35,5	8	4,67	3

Wäärisus. Jagades aatomikaalu ühenduskaalule, saame elemendi **wäärisusearwu,** mis lihtsalt nimetatakse elemendi **wäärisuseks** wõi **walentsiks.** Kloor on ühewäärine (35,5:35,5=1), hapnik kahewäärine (16:8 = 2), lämmastik kolmewäärine (14:4,67 = 3), süsinik neljawäärine (12:3 = 4) jne.

Nähtaw on, et walents (wäärisus) näitab, mitu aatomit wesinikku wõib siduda üks aatom wõetud elementi. Siin on tähtis aatomite arw, mitte ühenduse jõud.

Elemendid, mis ühendustes wõiwad täita üksteise aset, nimetatakse ühewäärilisteks (samawäärilisteks, ekwiwalentideks). Elementide samawäärisust esitawad järgmised näitused:

H_2O	NH_3	CH_4
Wesi.	Ammoniak.	Metaan.
Cl_2O	NCl_3	CCl_4
Kloorhapend.	Kloorislämmastik.	Neljaliskloorissüsinik.

Neis ühendustes on hapnik kahewäärine, lämmastik kolmewäärine ja süsinik neljawäärine.

Metallid ei ühine wesinikkuga. Sellewastu neil on omadus wesinikku hapetest ja mujalt wäljatõrjuda. Kui naatriumi weega ühendada, siis sünnib 1 aatomi wesiniku ja 1 aatomi naatriumi wahel aselduse reaktsioon:

$$Na + N_2O = NaOH + H$$

Naatrium. Wesi. Söötnaatron. Wesinik.

Selles reaktsioonis wabaneb wesinik. Tsink tõrjub wälja kaks aatomit wesinikku:

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$$

Tsink. Wääwelhape. Tsingiwitriol. Wesinik.

Alumiinium tõrjub wälja kolm aatomit wesinikku jne.

Sellega on wõimalik määrata ühenduskaalu, kui teame mitu *g* metalli tarwis on, et üks *g* wesinikku saada (näit. happest). Kui ekwiwalentkaalu aatomikaalule jagada, siis saame metalli walentsi ehk wäärisuse.

Kokkuwõetult wõib öelda: Walentsiks nimetatakse wesiniku aatomite arw, millega üks aatom wõetud elementi ühineb wõi ühendustest wälja tõrjub. Kui element ei ühine wesinikuga, ega tõrju wälja teda ka ühendustest, siis määratakse elemendi walents hapniku wõi muudest ühendustest.

Walents märgitakse rooma numbriga või kriipsukesega:

Cl^{I}, O^{II}, N^{III}, C^{IV}

Cl–, O=, N≡, C≡

I II III IV
Cl O N C

Elemendi walents ei ole alati püsiw: mõne elemendi walents on muutlik, mis oleneb mitmesugustest tingimustest. Nii walents muutub temperatuuriga. Fosfori walents on tawalise temperatuuri juures **wiis**, kuna ta kõrgema temperatuuri juures ainult kolmele wõrdub.

Elemendi **normaal walentsiks** loetakse seda, mis awaldub tähtsamates ühendustes.

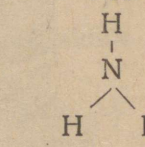
Nii esinewad wesinik, naatrium, kaalium, hõbe, wask ühewääristena; magneesium ja kaltsium kahewääristena jne.

Ehitusformulid. Kui keemilises formulis elemendi **wäärisus** esitatud, ja näidatud, mismoodi molekulis aatomid on ühendatud, siis saame ehitusformuli (ehk struktuurformuli):

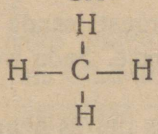
Wesi. H_2O H—O—H

Soolhape. HCl H—Cl

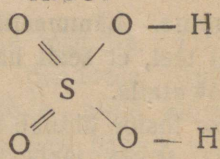
Ammoniak. NH_4



Metaan. CH_4



Wääwelhape. H_2SO_4

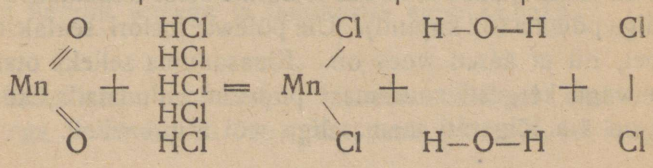


Struktuurformuleid keemilistes ekwatsioonides tarwitades, saame sellega kujutluse sündinud keemilisest nähtusest.

Kloori saamine:

$$MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + 2H_2O + 2Cl$$

ehk

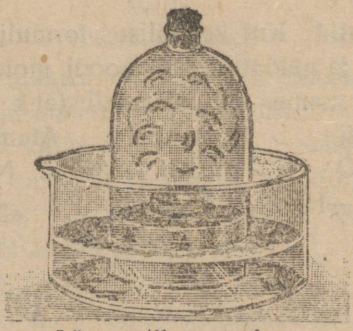


13. Lämmastik.

Nitrogenium, N=14,01.

Leidumus. Atmosfääri õhus on sidumata lämmastikku 78% mahu järele, 21% on hapnikku, kuna 1% on muid gaase, mis harwa ettetulewad: süsihapugaas, argoon, weeaur ja m. Seotult leidub lämmastikku taimede ja loomade kehades: weres, lihas, munawalges (wiimane on tähtsaim aine orgaanilises looduses); mineraalides, mis orgaanilisel teel sündinud: kiwisöes, salpeetris ja t. Salpeeter on ka lämmastikule nime annud; salpeeter — *nitrum*, lämmastik — *nitrogenium*, s. t.: salpeetri sünnitaja.

62. kujund.



Lämmastiku saamine
põlewa fosfori abil.

Saamine. Lämmastikku wõib kergesti saada atmosfääri õhust sel teel, et sealt hapnik eraldatakse. Seda wõib mitmel wiisil saawutada.

Põlew fosfor ühineb hapnikuga, kus juures peaaegu puhas lämmastik järele jääb. Saadud lämmastik sisaldab weel wähesel mõõdul argooni, süsihapugaasi ja m. Katsete tegemist lämmastikuga nad ei sega.

Wee pinnal ujuwa korgi peale pannakse plekk-kaanekene, millesse mahutatakse tükikene fosfori. Fosfor süüdatakse palawa traadiga põlema (62 kujund). Üle põlewa fosfori seatakse klaas kuppel, nii et ääred wees on. Klaasanuma selleks otstarbeks wõib wäga kergesti suuremast pudelist walmistada, kui sellel põhi on ära lõigatud teemandiga wõi muul wiisil.

Põledes ühineb fosfor hapnikuga:

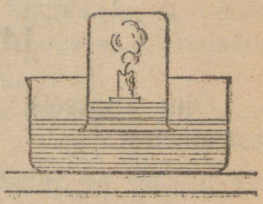
$$2P + 50 = P_2O_5$$

Fosfor. Hapnik. Fosforhapend.

Ühinemise juures sünnib walge suits, mis aeglaselt ära kaob. Walge suits on fosforhapend, mis wees sulab ja fosforhappe sünnitab. Nii jääb siis anuma alla ainult lämmastik. Fosforiga ühinenud hapniku asemele tõuseb anumasse wesi. Enne katset tuleb anuma maht wiieks osaks jagada, siis on näha, et wesi ühe wiiendiku täidab.

Katse juures peab meeles pidama, et niihästi fosfor, kui ka tema ühendused on mürgised.

63. kujund.



Lämmastiku saamine.
Anumas on lubjawesi

Kui seda katset niisama korraldada, kuid fosfori mitte põlema süüdata, siis ühineb ikkagi fosfor hapnikuga, kuid aeglaselt, umbes kahe päewa jooksul.

Kaaliumi salpeetrist wõib lämmastikku järgmisel wiisil saada. Wõetakse 1 osa salpeetrit ja 20 osa rauapuru, mis katseklaasis soendakse. Eralduw gaas on lämmastik:

$$2KNO_3 + Fe = K_2FeO_4 + 2NO$$

Salpeeter. Rauapuru. Raudhapukaalium. Lämmastikhapend.

Ülejäänud raud redutseerib lämmastikhapendi, 2NO, lämmastikuks.

Katset wõib toimepanna ka ilma fosforita. Traadi otsa kinnitatud puuwillawatt kastetakse piiritusse, süüdatakse põlema ja pistetakse põhjata pudelisse, mille alumine äär lubjawees. Põlemisel ühineb pudelis olew hapnik piiritusega ja sünnitab süsihapugaasi, mis sulab lubjawees.

Katset wõib toimepanna ka küünlaga (63 kujund), kuid selle juures ei jää anumasse mitte puhas lämmastik.

Kui atmosfääri õhku üle hõõguwa wase juhtida, siis ühineb õhu hapnik wasega ja lämmastik saab wabaks.

Füüsikalised omadused. Lämmastikul ei ole wärwi, lõhna ega maitset; ta on gaas, mis õhust wähe kergem,

tihedus —0,97 (õhu tihedus = 1). 1 liiter lämmastikku kaalub 1,257 *g*. Lämmastikku on raske weeldada; kriitiline temperatuur —146°, —210,5° juures muutub ta kõwaks aineks.

Wees sulab õige wähe lämmastikku: ühes liitris 14 *ccm*.

Keemilised omadused. Lämmastik ei põle, ei edenda põlemist ega hingamist, millest on tulnud ka eestikeelne nimetus — lämmastik. Õhus wähendab lämmastik hapniku mõju hingamisel ja põlemisel, — wastasel korral need nähtused sünniksid liig ägedalt.

14. Atmosfääri õhk.

Õhu koosseis. Õhk seisab koos peaasjalikult järgmistest ainetest:

	Mahu järele. % %	Kaalu järsle. % %
hapnikku	21,00	23,2
lämmastikku	78,06	75,5
argooni	0,94	1,3

Siin ei ole arwesse wõetud weeaur, süsihapugaas ja muud gaasid, mida õhus on õige wähe.

Kunni 18. aastasaja lõpuni arwati, et atmosfääri õhk on lihtkeha. *Priestley* ja *Lavoisier* näitasid katsetega, et õhk on mitme gaasi segu. Et õhk tõesti on mehaaniline segu, seda wõib järgmiselt tõendada:

1. Elementide keemilisel ühendusel sünniwad uued kehad, uute omadustega. Atmosfääri õhus olewatel gaasidel on aga kõik endised omadused.

2. Kui segada ülewalpool esitatud suhtes õhus olewaid gaase, siis saame segu, millel on atmosfääri õhu omadused. Selle juures ei ole märgata mingisugust temperatuuri muudatust, nagu see sünnib keemiliste ühenduste juures harilikult.

3. Wesi sulatab teatud hulga õhku. Kui weest õhk wäljatõrjuda, siis tema omadused on muutunud. See ei sünniks aga, kui õhk oleks keemiline ühendus.

Õhus on wähemal wõi suuremal arwul weeauru, — keskmiselt 1,3 mahuüksust. Ühes kuubik meetris wõib olla kunni

25 grammi weeauru. Weeauru arw oleneb temperatuurist ja muudest geograafilistest tingimustest (merede lähedus, siseweed). Õhus leidub weel ammoniakki, wesinikku (0,02%), wääwelwesinikku, ozooni ja muid aineid, mis juhtumisi sinna sattunud wabrikutest, tallidest, wulkaanidest, soodest, eluruumest jne.

Niisama on ka õhus mitmesuguseid bakteere, tolmu j.m.

Õhu süsihapugaas. Süsihapugaasi on õhus keskmiselt 0,03% mahu wõi 0,05% kaalu järele. Täiesti mürgiliseks muutub õhk, kui süsihapugaasi hulk tõuseb üle 1% mahu järele. Süsihapugaas sattub õhku hingamise ja põlemise produktina; sellepärast on ka süsihapugaasi elumajades ja suuremates linnades rohkem, kui maal.

Kui süsihapugaasi läbi lubjawee lasta, siis muutub see walgeks.

Wõtame korgitud katseklaasi, millesse on walatud lubjawett. Läbi korgi on juhitud katseklaasi kaks klaastoru: üks neist lõppeb wees, teine weepinnast kõrgemal. Kui toru ots, mis üle wee pinna, suhu wõtta ja õhku enesesse imeda, siis woolab teise toru kaudu atmosfääri õhk läbi lubjawee. Lubjawesi muutub pikkamööda walgeks õhus olewa süsihapugaasi mõjul.

Õhu füüsikalised omadused. Õhk on wärwitu, läbipaistew gaas. Üks liiter õhku kaalub 0° ja 760 *mm* rõhumisel 1,3 (õigem 1,293) *g*. Õhu tihedus weega wõrreldes on 0,0013 (=1/770), wesinikuga wõrreldes: 1,3 : 0,09 = 14,4. Õhk sünnitab maakera ümber 150—200 *km* paksuse kesta.

Õhu kriitiline temperatuur on —140°; —192° juures weeldub õhk normaal (760 *mm*) rõhumisel. Wedel õhk on liikuw wedelik, sinakat wärwi, mis 50% sisaldab rohkem hapnikku kui gaasiline õhk.

Õhku weeldakse Linde apparaatides, milledes õhu weeldamiseks tarwisminew madal temperatuur saawutatakse selleläbi, et atmosfääri õhku pumpadega kunni 200 atmosfääri rõhumiseni kokku pressitakse ja peale seda aurata lastakse. Kokku pressitud õhu auramisel tekkinud madal temperatuur kasutatakse torudes woolawa õhu weeldamiseks.

Kui wedelat õhku weel rohkem jahutada, siis muutub ta kõwaks kehaks.

Täiskaswanud inimene tarwitab 24 tunni jooksul üle 500 liitri hapnikku, mis pääseb kopsude ja naha läbi organismi. Eluruumides peab õhku alatasa puhastama. Õhu wahetus sünnib diffusiooni tagajärjel ka läbi seinte ja müüride, kus seda poorid wõimaldawad.

Niisked ja õliwärwiga kaetud seinad ei lase õhku läbi ja on sellepärast terwisele kahjulikud.

Küsimused ja ülesanded. Kui palju hapnikku on toas, mille pikkus 7 *m*, laius 5 *m* ja kõrgus 4 *m*, kus juures mööblid wõtawad oma alla 2,5 *kbm* ruumist? Mittu *g* kaalub see hapnik? — Miks ei tohi eluruumide seinu õliwärwiga katta? — Missugustel tingimustel puhastab küdew ahi eluruumide õhku? — Millal mitte? — Missugustel tingimustel sünnib õhupuhastus läbi seinte kõigeparemini? — (aastaaeg, ilm, toa ja wälisõhu temperatuur).

15. Lämmastiku ühendused.

Ammoniak, NH_3. Ammoniak sünnib siis, kui lämmastik ja wesinik sündimise momendil kokku juhtuwad. Niisama wõib neid gaase otsekohe ühendada elektrisädemega. Kuid lämmastik laguneb uuesti wesinikuks ja lämmastikuks.

Selle nähtuse juures sünnib **pöörduw reaktsioon:**

$$N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$$

Nooled pöörduwa reaktsiooni märkimisel tähendawad, et reaktsioon sünnib mõlemile poole: wõrrandit wõib lugeda pahemalt paremale wõi paremalt pahemale poole.

Looduses sünnib, ammoniak orgaaniliste kehade mädanemisel, kõdunemisel ja kuiwajamisel. Sellepärast õhus ja maapinnas leidub alati ammoniakki.

Peaallikaks tehnikas ammoniaki saamiseks on gaasiwesi, mis saadakse mineraalsüte kuiwajamisel walgustusgaasi wabrikutes.

Saamine. Laboratooriumis saadakse ammoniakki kustutatud lubja (2 osa) ja kloorammooniumi (salmiak, 1 osa) mehaanilise segu soendamisel.

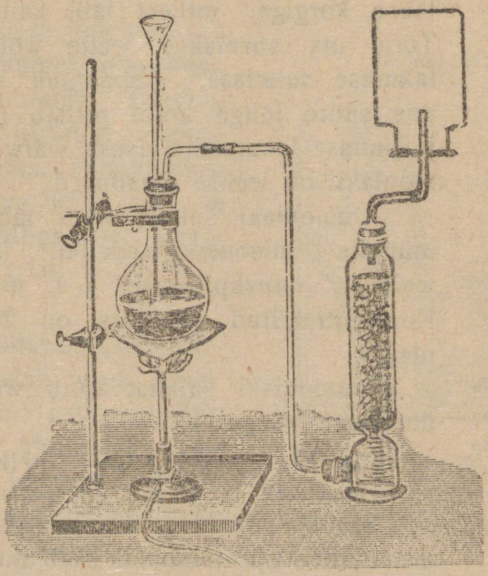
Wõetakse 100 *g* kustutatud lupja, 50 *g* salmiaki (mõlemad pulbris), segatakse ja walatakse kolbis 50 *ccm* wett juure.

Eralduwat gaasi korjatagu awausega allapoole keeratud anumasse (64 kujund).

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2H_2O + 2NH_3$$

Salmiak. Kustutatud lubi. Kloorkaltsium. Wesi. **Ammoniak.**

64. kujund.



Ammoniaki saamine.
Parem on kuiwatada ammoniakki kuiwatustorus.

Seda reaktsiooni wõib nii kujutada ehitusformulitega:

$$\begin{matrix} NH_4 \\ NH_4 \end{matrix}\Big|\begin{matrix} Cl \\ Cl \end{matrix} + Ca \Big|\begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} = Ca \begin{matrix} Cl \\ Cl \end{matrix} + \begin{matrix} HOH \\ HOH \end{matrix} + \begin{matrix} NH_3 \\ NH_3 \end{matrix}$$

Omadused. Ammoniak on wärwitu, wänge lõhnaga gaas. Erik. =0,59. sellega õhust kaks korda kergem. Hariliku rõhumise ja —33,5° juures weeldub ammoniak wärwituks wedelikuks, —78° juures angub. Wedel ammoniak tekitab auramisel wäga madala temperatuuri. Sellepärast tarwitatakse teda jahutamis-masinates jää walmistamisel.

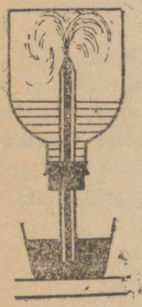
Ammoniak põleb hapnikus kollaka leegiga **lämmastikuks** ja **weeks**:

$$4N|H_3 + 3O_2 = 2N_2 + 6H_2O$$

Ammoniak. Hapnik. Lämmastik. Wesi.

Wees sulab wäga suuresti: 1 maht wett sulatab 5° juures 1000 mahtu, 18° juures aga 750 mahtu ammoniakki.

65. kujund.



Ammoniaki sulamine wees. Katse jaoks on parem tarwitada läbi kloorkaltsiumi juhitud (kuiwatud) gaasi.

Ammoniaki sulawust wees tõendab järgmine katse. Ammoniakiga täidetud kolb suletakse korgiga, millest läbi käib klaastoru. Toru ots surutakse wette wõi punasesse lakmuse sulatisse. Ammoniak sulab wees, mis suure jõuga kolbi pritsib (65 kujund) ja punase lakmuse siniseks wärwib, sest ammoniakil on leelise omadused.

Ammoniaki sulatis wees läheb apteegis müügile „ammoniaki wedeliku" ja „salmiaki waimu„ „nuuskpiirituse" j. t. nimetuste all. Kontsentreeritud sulatises on 25% ammoniakki.

Ammoniaki sulatist wõib waadelda kui ühendust weega:

$$NH_3 + H_2O = NH_4OH$$

Ammoniak. Wesi. Ammooniumwesihapend.

See ühendus laguneb iseenesest soendamisel kiiresti, ja ammoniak saab uuesti wabaks.

Lämmastiku hapendid. Hapnikuga ühinedes lämmastik wõib sünnitada wiis ühendust:

N_2O lämmastikalahapend,
NO (ehk N_2O_2) lämmastikhapend,
N_2O_3 lämmastikushapend,
NO_2 (ehk N_2O_4) lämmastikkahelishapend,
N_2O_5 lämmastikwiielishapend.

Kordiste suhete seaduse järele on hapniku hulgad, mis kahe aatomi (28,02 k.-ü.) lämmastikuga ühinenud, lihtsas suhtes: 16:32:48:64:80, s. o. 1:2:3:4:5.

Lämmastikalahapend, N_2O, on wärwitu gaas, kerge meeldiwa lõhnaga. Saadakse kerge soendusega (250°) lämmastikammooniumist.

Soendame kolbis ammooniumnitraati, NH_4NO_3, ja püüame gaasi soolase weega täidetud anumasse:

$$NH_4NO_3 = N_2O + 2N_2O$$

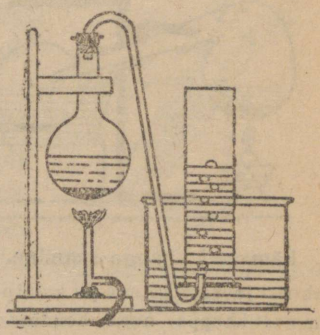
Lämmastik-amoonium. Lämmastik-alahapend. Wesi.

Soola sulatis peab olema s o e, sest külmas wees sulab N_2O.

Kui N_2O-d sisaldawasse anumasse suruda hõõguw peerg, siis see hakkab põlema: l ä m m a s t i k a l a h a p e n d t o e t a b p õ l e m i s t.

Kui N_2O sisse hingata, siis sünnitab ta kerget uimastust. Kaob walu tundmus. Tarwitatakse kergete kirurgiliste operatsioonide juures. Nimetatakse ka „lõbustawgaasiks", sest ta sünnitab sissehingamisel kerge, lõbusa m e e l e o l u.

66. kujund.



Lämmastikhapendi saamine. Kolbis on wasklaastud, wesi ja kange lämmastikhape.

Lämmastikhapend, NO, wärwitu gaas, sulab wees wähe. Kõrges kaarlambi temperatuuris (2000°—3000°) ühinewad otsekohe lämmastik ja hapnik NO-ks. Sel wiisil saadakse tehnikas lämmastikhapend õhust.

Laboratooriumis saadakse NO wase ja lahjendatud lämmastikhappe reaktsioonis:

$$8HNO_3 + 3Cu = 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO$$

Lämmastikhape. Wask. Lämmastikhapuwask. Wesi. Lämmastikhapend.

Õigem, see reaktsioon sünnib kahes osas:

I $2HNO_3 + 3Cu = 3CuO + H_2O + 2NO$

II $3Cu \mid O + 6HNO_3 = 3\ Cu\ (NO_3)_2 + 3H_2O$

Puistame kolbi wask laaste ja kallame sinna peale wett ja peale seda pikkamööda kanget lämmastikhapet. Soendame kolbi ja korjame eralduwa gaasi wee peale anumasse (66 kujund).

Kui NO õhuga kokku puutub, siis ühineb ta hapnikuga ja sünnitab lämmastikkahelishapendi:

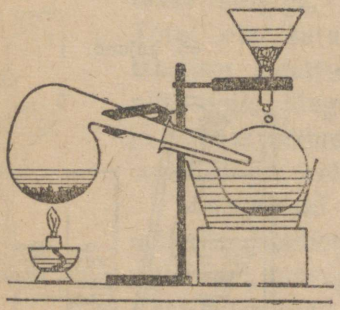
$$2NO + O_2 = 2NO_2$$

Lämmastikhapend. Hapnik. Lämmastikkahelishapend.

Lämmastikhapend ei toeta põlemist, sest et temas hapnik lämmastikuga tugewasti seotud on.

Anumasse lämmastikhapendiga tilgutame 30—40 tilka wääwelsüsinikku, CS_2. Loksutame anumat ja hoiame awause ees põlewa peeru. Segu sütib põlema ilusal sinakal leegil, milles wäga palju keemilisi kiiri.

67. kujund.



Lämmastikhappe saamine.
Lehtrist jookseb külm wesi kolbi peale lämmastikhappe auru kondenseerimiseks.

Lämmastikkahelishapend, NO_2 (N_2O_4). Ühendus N_2O_4 püsib ainult madala temperatuuri juures, soendamisel laguneb ta NO_2:

$$N_2O_4 \rightleftarrows 2NO_2$$

Lämmastikkahelishapend on punakaspruun, wäga mürgine gaas. (Mitte sissehingata.) Saadakse kuumutamisel tinanitraadist:

$$Pb(NO_3)_2 = PbO + O + 2NO_2$$

Lämmastikhaputina. Tinahapend.

Tarwitatakse tehnikas lämmastikhappe saamiseks.

Lämmastikhape, HNO_3. Selle happe soolad esinewad looduses ja etendawad wäga tähtsat osa taimede kaswamisel. Hapnik ühineb lämmastikuga lämmastikkahelishapendiks, mis wees sulades sünnitab lämmastikhappe:

$$2NO_2 + H_2O = HNO_3 + HNO_2$$

Lämmastikkahelishapend. Wesi. Lämmastikhape. Lämmastikushape.

Saamine. Kuumutame kolbis naatriumi (tshiili) salpeetrit wõi kaaliumi salpeetrit kange wääwelhappega (67 kujund) ja jahutame eralduwa gaasi. Wõtame 100 *g* kaaliumi salpeetrit ja 110 *g* (=60 *ccm*) puhast kontsentreeritud wääwelhapet:

$$NaNO_3 + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HNO_3$$

Naatriumi salpeeter. Wääwelhape. Hapu naatriumsulfaat. Lämmastikhape.

Omadused. Puhas lämmastikhape on wastiku lõhnaga, wärwitu wedelik. Erik. =1,5. Suitseb õhus, keeb 86° juures. Kontsentreeritud lämmastikhappes on 65% HNO_3 (erik. =1,4). Puhas lämmastikhape laguneb walguse kiirte käes lämmastikkahelishapendiks, wesinikuks ja hapnikuks.

On keemiliselt wäga aktiiw: tekitab nahal haawu, sõõb riideid, sulatab enesesse metalle (peale kulla ja platiini) jne.

Et lämmastikhappes on palju happnikku, siis on ta energiline hapendaja. Soendame HNO_3 kunni keemiseni ja wiskame sisse hõõguwa söe. Süsi põleb edasi lämmastikhappe hapnikuga ühinedes (68 kujund).

68. kujund.



Söe põlemine lämmastikhappes.

Tilgutame lämmastikhapesse tärpentiini, $C_{10}H_{16}$;lämmastikhappe hapnik hapendab tärpentiini nii energiliselt, et põlema plahwatab. Selle juures eraldub NO_2 pruunikas aur. (Ettewaatust! 69 kujund.)

Tarwitamine. Lämmastikhapet tarwitatakse lõhkepuuwilla, dünamiidi, kolloodiumi ja m. walmistamisel.

Kuningwesi on kontsentreeritud soolhappe ja kontsentreeritud lämmastikhape (3—4 mahtu) segu, mis sulatab ka kulla ja platiini: segamise juures wabanew kloor ühineb sündimismomendil (*in statu nascendi*) kulla ja platiiniga ja sünnitab kloorkulla ja kloorplatiini.

Kloori ühendused lämmastikuga. Lämmastikuga ühineb kloor ja sünnitab ammoniakile wastawa grupi, NCl_3, kloorislämmastiku, mis kardetaw plahwataw õli. Ülepea on teada, et kõik lämmastiku ja halogeenide (kloori ja t.) ühendused on wäga plahwatawad, iseäranis joodislämmastik, NJ_3.

Lämmastiku tähendus. Lämmastik ei ole küll aktiiw element, kuid temal on wäga suur tähtsus taimede ja loomade elus. Iga organismi tähtsamaks osaks on munawalge,

mille üheks osaks on lämmastik. Selle juures ei saa organismid lämmastikku mitte otsekohe õhust tarwitada, waid lämmastik sattub organismi kaudsel teel.

Äikese ajal lämmastik ühineb hapnikuga, sattub wihma weega mulla pinda, kus ta sünnitab kaaliumi ja naatriumiga lämmastikhappe soolasid.

69. kujund.



Tärpentiini põlemine lämmastikhappes. Ettewaatuse pärast seatagu lämmastikhape kausikesega suuremasse anumasse. Wõetagu 5 *ccm* HNO_3 (erik. =1,5), segatagu sinna juure 10*ccm* wääwelhapet; tilgutada pikawarrega lusikast 2—5 *ccm* tärpentiini.

On olemas ka bakteere, mis organismide, nimelt loomade kehade mädanemisel sünnitawad salpeetrit. (Salpeetri batsillus, *Bacillus nitrificans*).

Salpeetri sünnitamise protsess on wäga tähtis, sest sel teel surnud organismides olew lämmastik saab uuesti sarnase kuju, et teda elusad taimed wõiwad assimileerida. Nii sünnib lämmastiku ringkäik looduses.

On olemas weel sarnaseid bakteere, mis assimileeriwad lämmastikku otsekohe õhust ja sünnitawad ühendusi. Need bakteerid elutsewad taimede juurtel, iseäranis kaunwilja juurtel (*Azotobakter chroococcum*).

Taimed walmistawad saadud lämmastiku ühendustest munawalget, mis sealt sattub loomade organismi.

Nitraadid. Lämmastikhappe soolasid nimetatakse nitraatideks. Nad on saadud lämmastikhappest, HNO_3, kus wesiniku asemele on astunud mingisugune metall, mille nimega ka nitraati nimetatakse: alluminiumnitraat, tinanitraat, raudnitraat jne. Neid soolasid nimetatakse ka lämmastikhapu sooladeks: lämmastikhapualumiinium, lämmastikhaputina, lämmastikhapuwask jne.

Lämmastikushappe, HNO_2, soolasid nimetatakse nitriitideks: kaliumnitriit ehk lämmastikushapukaalium ja t.

Kõik nitraadid on wees sulatatawad ja lagunewad hapnikku eraldades kuiwal kuumutamisel.

Wiimase omaduse tõttu on kõigil nitraatidel kõrges temperatuuris suur hapendamise jõud.

Peagaasid. Wesinik, hapnik ja lämmastik sünnitawad peagaaside grupi. Neil on mitmed ühised omadused: weelduwad raskesti, molekulid seisawad koos kahest aatomist, affiniteet teiste elementidega awaldub kõrge temperatuuri juures.

Küsimused ja ülesanded. Missugune on ammoniaki protsentne koosseis? — Mitu *g* naatriumi salpeetrit ja mitu *g* wääwelhapet on tarwis 100 *g* soolhappe saamiseks (50%)? — Kas lämmastik on mürgine? — Miks põleb ammoniak hapnikus, aga õhus ei põle?

16. Püsiwgaasid.

Argoon, heelium ja nende kaaslased. Kui kuiwast õhust eraldada süsihapugaasi kaali leelisweega, peale seda õhk juhtida hapniku sidumiseks üle hõõgkuuma wase ja lämmastiku sidumiseks üle hõõgkuuma magneesiumi, siis jääb järele gaas, mis õhust natukene raskem. See on argoon. Teda leidub õhus 0,9% mahu ja 1,2% kaalu järele. Argoon on wärwitu ja lõhnatu gaas.

Peale argooni leiduwad õhus weel heelium, neoon, krüptoon ja ksenoon. Heelium sai oma nime sellest, et tema olemas olemine alguses tehti kindlaks päikese peal, enne weel kui ta maa peal oli leitud. (Spektraal analüüsi abil.) Heelium on wärwitu, lõhnatu ja maitsetu gaas; wedelas olekus ei ole teda weel saadud

Neooni, krüptooni ja ksenooni on õhus õige wähe.

Kõikidel mainitud gaasidel on see omadus, et neil puudub keemiline sugulus teiste kehadega. Nende molekulid seisawad koos ühest aatomist.

Peale õhu leidub neid gaase weel mõnedes mineraalwetes.

17. Wääwel.

Sulfur, S=32,06.

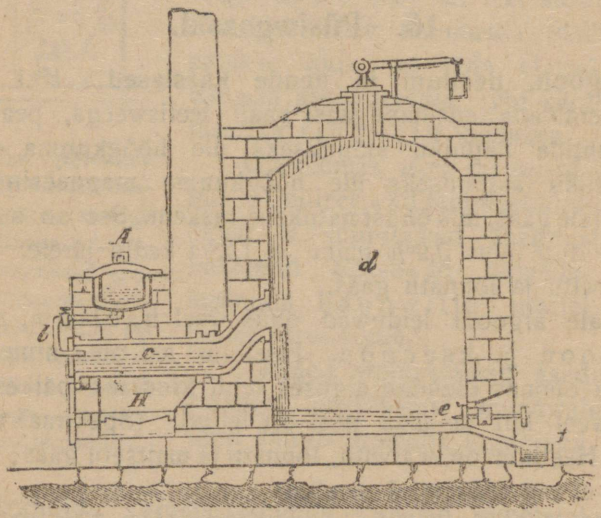
Leidumus. Wääwel on tuntud wanast ajast. Looduses on teda palju sidumata kui ka seotud kujul. Sidumata

wääwlit leidub wulkaanide läheduses, kraaterites jne. Suuremad lademed on Sitsiilias, Luisiaanas, Kaukaasias, Mehikos ja Hispaanias. Harilikult loodusline wääwel on segatud mulla, gipsi ja lubjaga.

Seotud on wääwel metallidega (sulfiidid: rauarähk, FeS_2, waserähk, $CuFeS_2$, tinaläik, PbS, tsingiläik, ZnS) ja wääwelhappe sooladega (sulfaadid: gips, $CaSO_4+2H_2O$, $BaSO_4$, $PbSO_4$ ja t.)

Niisama on wääwlit ka orgaanilistes ühendustes, nimelt munawalges.

70. kujund.



Wääwli raffineerimine ajamise teel.
A-sulandataw wääwel, d-seintel wääwliõis, c-wedel wääwel, t-walamine wormidesse.

Saamine. Sitsiilia annab 75% aastasest wääwli toodangust (500000 *t*). Wääwliga segatud mullast põletatakse wääwel miilides (kalkaroone) wõi ahjudes. Osa wääwlit põleb ja annab teiste tükkide sulanemiseks tarwisminewa kuumuse. Saadud toores wääwel destilleeritakse järgmisel teel. Wääwlit keedetakse katlas, kust wääwliaur külma ruumi juhitakse. Ruumi seintele sadeneb, sublimeerub, wääwliõis (*Sulfur*

sublimatum). Kui ruumi temperatuur tõuseb üle 115° C, siis destilleerub wedel wääwel, mis wormidesse walatakse, — kangwääwel. (70 kujund).

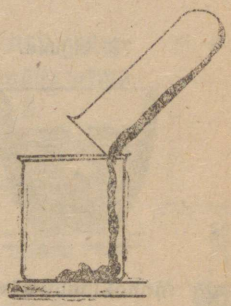
Omadused. Harilik wääwel on rabe, kõwa keha, kollast wärwi, maigutu ja lõhnatu. Wees ta ei sula, küll aga wääwelwesinikus, CS_2. Wääwelwesiniku sulatisest kristalliseerub ta suurte rombiliste püramiididena.

71. kujund.



Wääwli sulandamine.
Et aur mitte põlema ei plahwataks, tuleb katseklaas watiga kergesti korkida.

72. kujund.



Plastiilise wääwli saamine.
Klaas on külma weega täidetud.

Sulatame kõwa wääwlit wääwelsüsinikus (tuleb eemal hoida tule juurest, sest et wääwelsüsinik plahwatab kergesti põlema) ja kallame sulatise laia anumasse. Peale wääwelsüsiniku auramist jääwad ilusad rombilised kristallid järele.

Soendame wääwlit katseklaasis (71 kujund). 115° juures ta muutub kollakaks wedelikuks; 200° juures on ta tumepruun ja weniw, nii et teda ei saa wälja walada katseklaasist. Edasi soendades läheb uuesti wedelaks ja 444° juures muutub ta raskeks pruuniks auruks, mis külmas ruumis kollase pulbrina seintele sadeneb, s. o. wääwliõis ehk sublimeeritud wääwel. Walame weniwa kuuma wääwli külma wette, siis ta angub pruuniks sitkeks, amorfiks kehaks, mis wääwelsüsinikus ei sula (72 kujund). Seda wääwlit nimetatakse ka

plastiliseks wääwliks. Kauema seismise järele muutub kordkorralt kollaseks rombiliseks wääwliks.

Sulandatud wedel wääwel kristalliseerub monoklüüniliste sammastena.

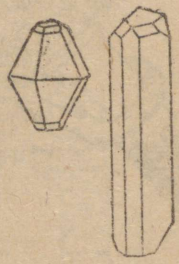
Sulandame tiiglis 100 *g* wääwlit madalas temperatuuris õliwannis (wõi kõrgel leegi kohal). Kui wääwel weeldunud, siis laseme tiigli jahtuda kunni sündinud õhukene koorukene wääwli pinnale. Torkame koore läbi ja walame wedela wääwli wälja: tiigli seintele on sünnitanud wääwel ilusad kristallid monoklüün süsteemist (73 kujund).

73. kujund.



Monoklüünwääwli kristallid tiigli seintel.

74. kujund.



Romb- ja monoklüünwääwli kristallid.

Nagu neist katseist näha, on wääwlil neli allotroobilist muudendit: 1. kõwa rombwääwel, 2. kõwa monoklüünwääwel, 3. wääwliõis ja 4. sitkewääwel (plastiline wääwel.

Neist on kaks kuju kristallised (74 kujund). Kehasid, mis sünnitawad kahesuguseid kristalla, nimetatakse **dimorfilisteks.**

Hariliku temperatuuri juures monoklüünwääwel moondub rombiliseks. 96,5° kõrgemal läheb aga rombwääwel monoklüünseks üle, millisena ta keemiseni püsib.

Harilikus temperatuuris wääwel on täitsa erapooletu, indefferent keha. Kõrges temperatuuris ühineb hapnikuga, klooriga ja t. Wääwli ühendusi nimetatakse sulfiididekś.

Kuumutame laias katseklaasis wääwli keema. Wiskame sinna peenikese wase laastukese. Wask ühineb wääwliga põledes suurt kuumust ja walgust sünnitades.

250° juures sütib wääwel õhus põlema, sünnib wääwlisoksüüd, SO_2, (w. katse hapnikuga).

Wääwel ei juhi soojust ega elektrit. Õõrumisel elektriseerub ta ise.

Tarwitamine. Wääwlit tarwitatakse musta püssirohu, wärwide (kinawer, ultramariin), wulkaniseeritud kautshuki, guttapertschi ja arstirohtude walmistamisel.

Wääwliõiega pritsitakse puid, mis neid seentehaiguste eest hoiab.

18. Wääwli ühendused.

Wääwelwesinik, H_2S. Wääwel ühineb wesinikuga otsekohe wärwituks wänge mädamuna lõhnaga gaasiks, wääwelwesinikuks, H_2S.

Wääwelwesinik sünnib hapete ja wääwlit sisaldawate metallide ühenduste wastastikuses reaktsioonis.

Walame katseklaasi wääwlisraua peale lahjendatud soolhapet.

$$FeS + 2HCl = FeCl_2 + H_2S$$

Wääwlisraud. Soolhape. Kloorisraud. Wääwelwesinik.

Kui wääwelhapet wääwlisraua peale walada, sünnib niisama wääwelwesinik:

$$FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S$$

Wääwlisraud. Wääwelhape. Rauawitriol. Wääwelwesinik.

Wääwelwesinik on wäga mürgine ja wõib saada surma põhjuseks. Õhus põleb ta (75 kujund).

$$2H_2S + 3O_2 = 2H_2O + 2SO_2$$

Wääwelwesinik. Hapnik. Wesi. Wääwlishapend.

75. kujund.



Wääwelwesiniku põlemine. Klaasi seintele ilmuwad wee tilgad.

H_2S sünnib orgaaniliste kehade lagunemisel, (mädamunad), sellepärast teda on alati leida kloaakides ja mujal, kus orgaanilised ained mädanewad.

Tal on happe omadused: niiske sinine lakmuse paber wärwub punaseks wääwelwesinikus.

Õhus seistes ühineb ta kergesti hapnikuga:

$$H_2S + O = H_2O + S.$$

Keemias tarwitatakse wääwelwesinikku reaktiiwina kehade analüseerimisel, sest wääwelwesinik ühineb kergesti metallidega — tinaga, hõbedaga jne.

Wääwlishapend ja wääwlishape. Hapnikuga ja wesinikuga sünnitab wääwel mitu ühendust, millest tähtsamad on wääwlisoksüüd, SO_2 ja wääweloksüüd, SO_3 ja neist saadud happed.

Wääwlisoksüüdi ehitusformul on järgmine:

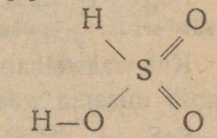
$$O = S = O.$$

Wääwlisoksüüd leidub mõnede wulkaanide aurus. Saadakse wääwli põlemisel ja ka wääwelhappe taandamisel. Soendame katseklaasis wääwelhapet waselaastudega:

$$\underset{\text{Wask.}}{Cu} + \underset{\text{Wääwelhape.}}{2H_2SO_4} = \underset{\text{Wasewitriol.}}{CuSO_4} + \underset{\text{Wesi.}}{2H_2O} + \underset{\text{Wääwlisoksüüd}}{SO_2}$$

Wääwlisoksüüd on wärwitu gaas, raske lõhnaga; weeldub —10° wõi 3 atm. rõhumisel. Wedelikuna aurates tekitab madala temperatuuri; sellepärast tarwitatakse teda ka jahutamisemasinates. 1 maht wett sulatab —18° juures 42 mahtu wääwlisoksüüdi ja sünnitab wääwlishappe:

$$\underset{\text{Wääwlisoksüüd.}}{SO} + \underset{\text{Wesi.}}{H_2O} = \underset{\text{Wääwlishape.}}{H_2SO_3}$$



Wääwlishappe soolad nimetatakse sulfiitideks.

Wääwlishapendi gaasis ei põle küünal; ta wõtab taimedelt wärwi,—punane roos kaotab oma wärwi, kui teda panna klaasi alla SO_2 atmosfääri (76 kujund). Selle juures ei lagune wärw lõpulikult: kui roos wääwelhappesse kasta, saab ta loomuliku wärwi tagasi, sest selle juures lahkub wääwlishapend.

Wääwlishapendit tarwitatakse siidi, willa, õlgede jne. walgendamiseks ja ka taimede wärwiplekkide kaotamiseks. Niisama leiab ta suurt tarwitamist puupappi ja sellest walmistatud paberi walgendamiseks (sulfiit-tselluloos).

Tilgutame mangaanhapukaali sulatisse wääwlishapet: wiolett wärw kaob, sest et mangaanhapukaalis olew hapnik ühineb wääwlishappega.

Tehnikas saadakse wääwlisoksüüdi wääwlit sisaldawate metallkiwide kuumutamisel ja põletamisel.

Walame katseklaasis wase tükkide peale kanget wääwelhapet. Katseklaasis segu soendusel eraldub wääwlisoksüüd (77 kujund):

$$Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + 2H_2O + SO_2$$

Wask. Wääwelhape. Wasewitriol. Wesi. Wääwlishapend.

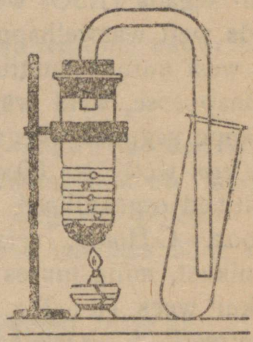
Kuumutame katseklaasis pulbriks tõugatud püriiti. Lendub wääwlishapend. Osa wääwlit sublimeerub katseklaasi seintele.

76. kujund.



Õie wärwi kadumine wääwlisoksüüdi atmosfääris. Süütame wääwli kausis põlema ja mahutame klaasi alla, kus on õied ja lehed.

77. kujund.



Wääwlishapendi saamine. Korjame katseklaasi. Ühe osa juhime läbi wee. Kas toetab gaas põlemist? Missugused omadused on weel?

Wääwelhapend, SO_3. Kui wääwlisoksüüdi segada hapniku wõi õhuga ja juhtida segu läbi toru, milles kuumutatud platineeritud asbest, siis wääwlishapend ühineb hapnikuga wääwelhapendiks, SO_3:

$$SO_2 + O = SO_3 \quad \text{ehk} \quad S(=O)(=O)$$

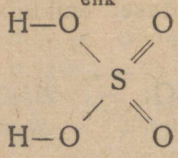
Platineeritud asbest etendab siin katalüsaatori osa.

Wääwelhapend on kristallne, lumetaoline mass.

Wääwelhape, H_2SO_4. Wääwelhapend wees sulades sünnitab wääwelhappe:

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

ehk Wääwelhape.



H_2SO_4 on wärwitu, õlitaoline raske wedelik, mis alla 0° angub walgeks kristall massiks. Ta imeb wett õhust: on hügroskoobiline keha, mis otstarbel teda tarwitatakse kuiwatamiseks eksikaatorites. Erik. = 1,84.

Kui segada H_2SO_4 weega, siis segu läheb soojaks. Kui tilgutada wett wääwelhappesse, siis tekib isegi nii suur soojus, et wesi auruks muutub. Sellepärast ei wõi wett walada wääwelhappesse, waid wääwelhapet — wette (Ettewaatust!)

Happe segudes weega segu maht wäheneb:

50*ccm* wett + 50*ccm* H_2SO_4 = 96*ccm* segu.

Mitmed orgaanilised kehad, nagu suhkur, $C_{12}H_{22}O_{11}$, ja tselluloos, $C_6H_{10}O_5$, seisawad koos süsinikust, wesinikust ja hapnikust, mille juures hapniku ja wesiniku suhe on sarnane kui wees (1 : 2). Kui need ained kokku puutuwad kontsentreeritud wääwelhappega, siis jääb ainult järele süsi. Arwatawasti selle juures wesinik ja hapnik ühinewad weeks, mille wääwelhape enesesse imab.

Surume peeru wääwelhappesse. Peerg süsineb.

Walame suhkru peale wääwelhapet. Suhkur muutub söeks, kuna segu läheb nii kuumaks, et ta keema hakkab.

Niisama laguneb kiiresti wääwelhappe mõjul puuwill, mis tselluloosist ehitatud. Wääwelhappega peab ettewaatlikult ümberkäima, sest et ta naha ja kudede peale häwitawalt mõjub. Wääwelhappe mõju kehasse wõi riietesse wähendab ammoniakwedelik ja teised leelised.

Suurem hulk metalle sulawad wääwelhappes. Selle juures tõrjub metall wääwelhappest wesiniku wõi wääwlisoksüüdi wälja.

Wääwelhappe soolasid nimetatakse sulfaatideks.

Wääwelhapet tarwitatakse tööstuses suurel hulgal. Tema abil saadakse soodat, lämmastikhapet, maarjast, tõrwawärwe, kunstlist indigot, alizariini jne.

Praegusel ajal saadakse wääwelhapet järgmisel wiisil. Ahjudes põletatakse wääwlit wõi püriiti, FeS_2:

$$4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

Püriit. Hapnik. Raudhapend. Wääwlishapend.

Eralduw wääwlishapend, SO_2, segatakse õhuga ja juhitakse läbi torude, milles on platineeritud asbest. 400° juures wääwlishapend ühineb õpuhapnikuga platineeritud asbesti katalüüdilisel mõjul ja sünnib wääwelhapend, mis wees sulades annab wääwelhappe.

Seda wääwelhappe saamise wiisi nimetatakse kontaktwiisiks.

Teisel teel saadakse wääwelhape nn. tinakammer protsessis.

Suitsew wääwelhape on kontsentreeritud wääwelhappe ja wääweloksüüdi segu.

Wääwelsüsinik, CS_2, saadakse wääwli ja süsiniku ühinemisel kõrges temperatuuris. Wääwelsüsinik on läbipaistew, wastiku haisuga wedelik, mis kergesti põleb. Sulatab eneses õlisid ja raswu. Tarwitatakse tehnikas õlide saamisel kontidest, kookuspähklitest jne.

Tema aur on mürgine ja plahwatab kergesti.

Tilgutame klaas anumasse 20—30 tilka wääwelsüsinikku. Loksutame anumat, et seinad oleksid niisutatud. Kui anumasse suruda hõõguw peerg, siis plahwatab põlema aur sinakal leegil, kuna seintele sadeneb wääwel.

Seleen, Se ja telluur, Te. Wääwliga on sarnased kaks haruldast elementi: seleen ja telluur. Seleenil (tumehall metall-läikega element) on omadus elektrit juhtida ainult siis, kui tema peale langewad walguse kiired. Walguse kiirte põnewuse tõusuga kaswab elektrijuhtiwus. Sellepärast tarwitatakse seleeni kaugemaa fotograafias.

Mõlemate elementide ühendused on wääwli ühendustega sarnased.

Küsimused ja ülesanded. Mitu *g* wääwelwesinikku saab 1 *kg* wääwlisrauast (FeS)? — Missugune on wääwelhappe protsendiline koosseis? — Mis sünnib sulandatud wääwliga, kui teda aeglaselt jahutada? — Põletage

õhukest tinalehte wääwliaurus. Missugune ühendus sünnib? — Kuumutage rauarähki katseklaasis. Mis sünnib seal? — Hoitke wääwelwesiniku aurus tinawalgega wärskelt wärwitud lauakest. Miks muutub wärw? — Miks mustub pesemata hõbelusikas, millega muna söödud?—Mitu *kg* wääwelhapet saab 5000 *kg* püriidist, FeS_2, milles 8% kõrwalisi aineid on? — Miks tarwitatekse wääwelhapet metallide puhastamiseks? — Kas seda puhastuswiisi wõib soowitada? — Kui wask tükikesed osalt lahjendatud wääwelhappes seisawad, siis ilmub wäljasseiswa wase peale wasewitriol. Kuidas seletada seda nähtust? —

19. Happed. Alused. Soolad.

Happed. Taimede osad sisaldawad eneses aineid, mis on hapu maiguga: nii hapuoblikad (*Oxalis acetosa*), marjad, õunad, ja m. Keemias on hulk aineid, mis niisama hapu maiguga. Sarnaseid keemilisi kehi nimetatakse hapeteks.

Tähtsamad happed on: wääwelhape, (H_2SO_4, aq), soolhape (HCl, aq) ja lämmastikhape (HNO_3).

Kõigis hapetes on wesinikku.

Hapetel on see omadus, et nad ühinedes metalliga, eraldawad wesiniku. Selle järele kui mitu wesiniku aatomi happes on, nimetatakse happeid ühe-, kahe-, kolmealuslisteks.

Happed wärwiwad sinise lakmuse punaseks.

Lakmuse sulatise asemel tarwitatakse harilikult lakmuse paberit, — filtreerimisepaber, mis lakmuse sulatisega wärwitud.

Alused. Peale hapete on olemas keemilisi ühendusi, millel seebi maik. Neist on tuntud leelis, mida saadakse tuha sulatisest wees. Sarnaseid ühendusi nimetatakse alusteks.

Alused wärwiwad punase lakmuse siniseks. Alustes on olemas tingimata wesiniku ja hapniku grupp, OH, mida nimetatakse hüdroksüüliks.

Alused, mis wees sulatatawad, nimetatakse leelisteks, alkaalideks (*al-kali* — tuhk).

Selle järele, kas elemendid hapnikuga ja wesinikuga ühinedes sünnitawad happe wõi aluse, jaotatakse neid:

1. happeid sünnitawad elemendid ja
2. aluseid „ „

Nii kloor, lämmastik, süsinik, wääwel sünnitawad *happeid*, kuna kaalium, naatrium, kaltsium jne. sünnitawad aluseid.

Wiimaseid elemente nimetatakse *metallideks*, kuna happeid sünnitawaid elemente nimetatakse *mittemetallideks*.

Elementide grupid. Elemente wõib ühendada gruppidesse, kuhu kuuluwad elemendid, millel ühesugused omadused. On leitud, et elementide ja nende aatomite kaalu wahel on teatud suhe; selle järele kõik elemendid on seatud loomulikku süsteemi aatomite kaalu tõusu järele (w. eespool). Nii on olemas kloori grupp (kloor, broom, jood, fluor), wääwli grupp (hapnik, wääwel, seleen, telluur), lämmastiku grupp jne.

Kesendamine. Hapetel ja alustel on see tähelpanemisewäärt omandus, et nad ühinedes kaotawad endi iseloomulikud omadused: happed — happelised, alused — leelislised. Seda nähtust nimetatakse **kesendamiseks, neutarliseerimiseks.**

Lämmastikhape on üks kangematest hapetest. Isegi siis, kui teda õige wähe wees on sulatud, wärwib ta sinise lakmuse punaseks.

Wõtame wees sulatatud söötkaalit, mis leeline ja punase lakmuse siniseks wärwib. Hakkame tilgutama sinna sisse lahjendatud lämmastikhapet. Saadud segu proowime kordamööda sinise ja punase lakmuse paberiga. Hapet wõi leelist juure tilgutades saame wiimati niisuguse segu, mis lakmuse paberite wärwi ei muuda.

Happe ja aluse omadused on siis *kesendatud*, neutraliseeritud.

Saadud kesendatud segu aurutades ja jahutades tekiwad pikad nõelataolised kristallid, mis on kaliumnitraat, kaaliumi salpeeter. Kaaliumnitraat on erapooletu keha.

$$K|OH + H|NO_3 = KNO_3 + H_2O$$

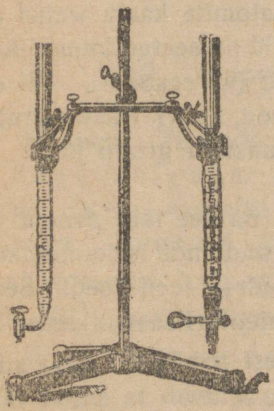
Kaaliumwesihapend. Lämmastikhape. Kaaliumnitraat. Wesi.

Nagu sündinud reaktsioonist näha, on happe kesendamisel alusega *happe wesinik* ja *aluse metall* ühe*teisega wahetatud*. Neutraal keha, mis happe ja aluse kesendamisel sündinud, on **sool.**

Walmistame lahjendatud lämmastik-, sool- ja wääwelhapped (20 *ccm* lahjendatud hapet 200 *ccm* wee peale) ja söötkaali ja söötnaatroni sulatised (10 *g* 200 *ccm* wee peale).

Tilgutame sinisesse lakmuse (wõi muusse indikaatori) sulatisse kordamööda hapet ja alust, kunni saame wärwita wedeliku.

78. kujund.



Büretid.
Ühes on hape, teises leelis.

Kui mõõta happe ja aluse hulka, mis katseks wõetud, siis näeme, et kindel suhe on olemas happe ja aluse wahel kesendamise juures: teatud hulk hapet kesendab teatud hulga alust.

Katse jaoks tarwitatakse harilikult *Mohri* gradeeritud bürette (78 ja 79 kujundid).

Sool. Wõtame söötnaatroni sulatiste (5 *g* 30 *ccm* wee peale) ja lisame lahjendatud soolhapet juure, kunni sulatis on neutraliseerunud. (Proowida lakmusega).

Aurutame saadud sulatise ja katsume keelega ülejäänud ainet: sellel on keedusoola maik.

$H\|Cl$	+	$Na\|OH$	=	$NaCl$	+	H_2O
Soolhape.		Söötnaatron.		Keedusool.		Wesi.
36,47		40,01		58,46		18,02

Niisama saadakse ka teised soolad.

Kuid sool wõib ka muul wiisil sündida, näit. kui hape ühendub metalliga. Selle katse juures saadakse wesinik, mis metall tõrjub wälja happest.

Zn	+	H_2SO_4	=	$ZnSO_4$	+	H_2O
Tsink.		Wääwelhape.		Tsingiwitriol.		Wesi.

Niisama saadakse sool ka metallhapendite mõjul happe peale:

CuO	+	$2HNO_3$	=	$Cu(NO_3)_2$	+	H_2O
Waskhapend.		Lämmastikhape.		Wasknitraat.		Wesi.

Kokkuwõetult jõuame järgmisele otsusele:

1. Igas happes on wesinik.
2. Igas aluses on metall ja hüdroksüül grupp, OH.
3. Kui alus happega ühineb, siis wahetawad happe wesinik ja aluse metall endi kohad ja sünnitawad soola ja wee.
4. Kesendamisel happe wesinik aluse hüdroksüüliga ühineb weeks.

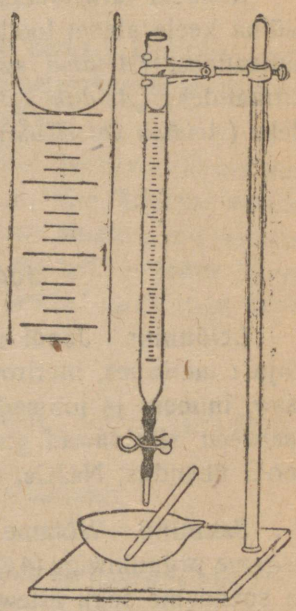
Sellest järgneb, et hape on keemiline ühendus, mis sisaldab wesinikku. Metalli mõjul wesinik lahkub happest, kus juures sünnib sool.

Alus on keemiline ühendus, milles metall hüdroksüülgrupiga, OH, ühendatud. Happega kokkupuutudes alus wahetab metalli happe wesiniku wastu ja sünnitab wee.

Sool on neutraal keha, mis sünnib happe ja aluse wastastikusel reageerimisel. Soola kohta wõib õelda, et ta on hape, mille wesinik metalliga on wälja tõrjutud, wõi alus, mille hüroksüül, OH, happejäägi wastu wahetud.

NaOH ja KOH on alused. Na ja K on metallid. Cl, NO_3, SO_4 happejäägid. NaCl, KCl, $NaNO_3$, KNO_3, Na_2SO_4, K_2SO_4 — soolad.

79. kujund.



Büretid on gradeeritud. Tilgutamisel tuleb silmas pidada wedeliku pinda.

Mõnikord metall ei tõrju happest soolasünnitamisel mitte kõiki wesinikku wälja; sarnast soola, kus wesinik sees, nimetatakse hapusoolaks.

Niisama wõib olla ka alusene, leelissool, kus mitte kõik hüdroksüül grupid happejäägiga ei ole wahetud.

Normaal sooladeks nimetatakse neid, kus kõik wesinik on wäljatõrjutud happest.

Nimetused. Aluseid nimetatakse neis sisalduwate metallide hüdroksüüdideks ehk wesihapenditeks (ka hüdraatideks): söötnaatron = naatriumhüdroksüüd = NaOH; söötkaali = kaaliumhüdroksüüd = KOH, kustutatud lubi = kaltsiumhüdroksüüd = $Ca(OH)_2$.

Soolade nimetused seatakse kokku sisalduwa metalli ja selle happe nimedest, millest sool saadud: wääwelhapu kaalium, K_2SO_4, alakloorhapu kaalium, $KClO_3$, lämmastikhapu naatrium, $NaNO_3$ jne.

Rohkem tarwitatakse nüüd soolade kohta nimetusi, mis ladina keele alusel loodud: wääwelhappe soolad nimetatakse sulfaatideks, (*Acidum sulfuricum*) lämmastikhappe soolad — nitraatideks (*Acidum nitricum*), soolhappe soolad — kloraatideks (*Acidum chloricum*) jne.

20. Jood.

Jodium, J = 126,92.

Leidumus. Joodi on looduses palju, kuid ainult seotud kujul: meriwees, merirohtudes ja loomades (kalad, käsn, kalarasw, inimese ja loomade kilpnäärmes jne.) Ka mitmed mineraalweed sisaldawad jooti. Tchiilisalpeetri emasulatises on joodi ühendus, $NaJO_3$, millest saadakse puhast joodi.

Saamine. Wõtame joodnaatriumi wõi joodkaaliumi (2 *g*), segame pruunkiwiga (4*g*), walame wääwelhapet peale (mõni *ccm*) ja soendame segu ettewaatlikult liiwa wannis. Haihtuw sinililla joodiaur kristalliseerub anuma seintel.*)

Suuremal hulgal saadakse joodi merirohtudest, mis tuhaks põletatakse. Läbi tuha wesisulatise lastakse kloori, mis joodi wälja tõrjub tema ühendusest naatriumiga.

$$\underset{\text{Joodnatrium.}}{2NaJ} + \underset{\text{Kloor.}}{Cl_2} = \underset{\text{Keedusool.}}{2NaCl} + \underset{\text{Jood.}}{J_2}$$

Omadused. Jood on metall-läikega mustjaspruun kõwa keha laiades kristallides. Erik. = 4,95, weeld. 114°, aurab 183° juures.

*) $2NaJ + MnO_2 + 3H_2SO_4 = MnSO_4 + 2NaHSO_4 + 2H_2O + J_2$.

Wees sulab jood wähe (1 : 5000), kuid joodkaaliumi wesisulatises hästi, niisama ka eetris ja alkoholis.

Wõtame katseklaasid wee, alkoholi, joodkaaliumi sulatise, bensooli, eetri ja kloroformiga. Jood sulab neis mitmesuguseid wärwilisi sulatisi sünnitades.

Soendame katseklaasis kristallikese joodi; joodist eraneb tume wiolet aur (*iodes* — sinililla), mis uuesti katseklaasi seintele härmatub wäikeste kristallikestena, ilma waepealse wedela olekuta.

Kui aine gaasilisest ehk aurulisest olekust jahtudes otsekohe kõwaks kehaks muutub, siis nimetatakse seda nähtust sublimatsiooniks, härmatuseks.

Walmistame tärklise kliistri (0,5 *g* tärklist 100 *ccm* wee peale), keedame läbi ja laseme jahtuda. Kui tärklisse walada joodi joodkaaliumi wähe kollakat wärwi sulatist, siis kliister wärwub siniseks. Kuumutame seda tärklist, — wärw kaob; jahutamisel ilmub wärw uuesti, kui tärklist mitte liiga kaua ei ole keedetud.

Jood on reaktiiw tärklisele.

Tilgutame joodi kartuli läbilõike peale: see muutub tumesiniseks.

Joodi (lihtkeha) molekulis on kaks aatomit.

Ühendused. Tähtsam joodi ühendus on joodwesinik, HJ:

$$J_2 + H_2S = 2HJ + S$$

Jood. Wääwelwesinik. Joodwesinik. Wääwel.

Tilgutame kontsentreeritud wääwelhapet joodkaaliumi kristallikese peale. Lisame tärklise kliistrit juure, — tärklis wärwub siniseks. Samasuguse reaktsiooni saame, kui tärklise ja joodkaaliumi sulatisse tilgutada kloorwett wõi broomwett:

$$Cl + KJ = KCl + J$$

Kloor. Joodkaalium. Kloorkaalium. Jood.

$$Br + KJ = KBr + J$$

Broom. Broomkaalium.

Wabaks saanud jood wärwib tärklise siniseks.

Jood ühineb kergesti teiste kehadega. Kallame elawhõbeda peale joodi sulatist ja loksutame hästi läbi. Sulatis kaotab wärwi, sest et jood elawhõbedaga ühineb:

$$Hg + J_2 = HgJ_2$$

Elawhõbe. Joodiselawhõbe.

Kergesti ühineb jood fosforiga. Wiskame katseklaasi joodi kristallikese peale tükikese fosforit. Sünnib plahwatus, sest jood ühineb fosforiga energiliselt joodfosforiks.

Joodwesiniku sulatisse tärklisega walame wesinikülihapendit. Kliister läheb siniseks, sest et wabaneb jood:

$$2HJ + H_2O_2 = 2H_2O + J_2$$

Joodwesinik. Wesinikülihapend. Wesi. Jood.

Joodi aur on sinililla, niisama ka tema sulatised wääwelsüsinikus ja kloroformis, kuna sulatised piirituses ja eetris punakaspruunid on. Sellest järeldatakse, et piirituse ja eetri sulatised on joodi keemilised ühendused.

Tarwitamine. Joodi sulatist (10%) piirituses (*Tinctura jodi*) tarwitatakse arstirohuna pealemäärimiseks paisete, haawade ja jookswahaiguse juures. Desinfitseeriwalt mõjuwad ka joodi ühendused (joodoform, CHJ_3).

1812 a. leidis joodi *Courtois*, 1815 a. tõendas *Gay-Lussac*, et jood on element.

21. Broom.

Bromium, Br = 79,92.

Leidumus. Looduses leidub broomi ainult seotud kujul. Teda on meriwees, mõnedes terwiswetes ja kiwisoola lademetes (*Straszfurtis*, broomnaatrium, NaBr).

Saamine. Wähesel hulgal saab broomi broomnaatriumi ja mangaanülihapendi segust, mis kolbis wääwelhappega on üle walatud. Soendamisel lahkub broom, mis jahutajas wedelikuks kondenseerub.

Selle nähtuse juures sünnib õige liitreaktsioon.

Sulatame wees (20 *ccm*) kristallikese broomnaatriumi (wõi broomkaaliumi, 0,2 *g*). Sulatisse tilgutame kloorwett wõi juhime läbi sulatise kloorgaasi.

Kloor tõrjub wälja broomi, mis wee kollakaspunaseks wärwib:

NaBr	+	Cl	=	NaCl	+	Br
Broomnaatrium.		Kloor.		Kloornaatrium (keedusool).		**Broom.**

Soendades sulatist wõime haihtuwa broomi wedelikuks kondenseerida. Kui sulatisse wääwelsüsinikku juure walada ja hästi läbi loksutada, siis imab enesesse wääwelsüsinik broomi sulatise ja langeb anuma põhja.

Omadused. Broom on hariliku temperatuuri juures tume, punakaspruun wedelik; erik. 3,19, angub —7,3°, keeb 59° juures. Tal on wänge lõhn (*bromos* = hais). Broomiga peab ettewaatlik olema, sest et ta aur rikub hingamise orgaane, on mürgine. Broomist tekitatud haawad ei parane kergesti.

Wees sulab broomi 3%, hästi sulab alkoholis, eetris, wääwelsüsinikus. Broomi wesisulatis, broomwesi, on kollakaspunane ja hea hapendaja, niisama nagu kloorwesigi.

Broomi molekulis on kaks aatomit. Broom ja elawhõbe on ainsad wedelad elemendid harilikus temperatuuris.

Ühendused. Broomwette puistame wähe magneesiumi pulbrit. Broomwesi kaotab wärwi: magneesium ühineb broomiga broommagneesiumiks, $MgBr_2$, mis wees sulab.

Wesinikuga ühineb broom broomwesinikuks, HBr, mis wees sulades sünnitab broomwesinikhappe. HBr on wärwitu, wänge lõhnaga gaas.

Tarwitamine. Broomi ühendusi tarwitatakse arstliseks otstarbeks (broomkaalium ja broomnaatrium) ja walgustundliku, fotograafias tarwitatawa paberi ja shelatiin plaatide walmistamiseks (broomhõbe, AgBr).

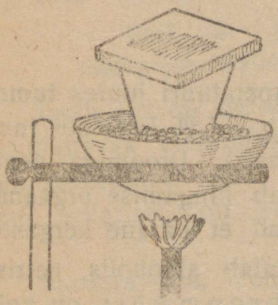
Broom leiti meriwee soolades 1826 a.

22. Fluor.

Fluor, F = 19,0.

Leidumus. Fluori leidub looduses ühenduses kaltsiumiga, CaF_2 (fluorkaltsium, sulandajapagu), ja naatriumi ja alumiiniumiga krüoliitis, $3NaF.AlF_3$. Ka loomade kontides ja hammastes on wähe fluori; maapinnas ja taimedes õige wähe.

80. kujund.



Klaasi söötmine fluorwesinikuga.

1886 a. sai *Moissan* sidumata fluori fluorwesinikhappest elektrolüüsi teel.

Omadused. Fluor on rohekas gaas, wänge lõhnaga. Ühineb elawalt elementidega (wäljaarwatud hapnik, lämmastik, kloor). Ainult platiin ja kuld ei ühine hariliku temperatuuri juures fluoriga. Mitmed ained, nagu raud, räni, kuiw peerg põlewad temas.

Ühendused. Wesinikuga ühineb fluor plahwatusega fluorwesinikus, HF, mida nimetatakse ka sulandajapagu-happeks. Saadakse fluor paost kontsentreeritud wääwelhappe mõjul platiin wõi tinaanumates:

$$CaF_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2HF$$

Fluorkaltsium. Wääwelhape. Gips. Fluorwesinik.

Ta on happe omadustega wärwitu gaas, wänge lõhnaga, mürgine. (Keemik *Niccles* suri fluori mürgitusesse) Sööb klaasi.

Katame klaasi pinna waha (4 osa waha + 1 osa tärpentiini) wõi parafiiniga, mille peale joonistused tehakse, nii et klaas paljastub. Seame klaasi tina tiigli peale, milles sulandajapagu puru (5 *g*) wääwelhappega wähe soendatakse (80 kujund), et waha klaasi pinnalt mitte ära ei sulaneks, mis 62,5° juures sünnib. Kui 3—5 min. pärast klaasilt waha ära kraapida ja tärpentiini ehk piiritu-

sega pesta, siis ilmuwad klaasile söödud matt joonistused jne. Kui ainult fluor klaasi peale mõjub, siis jääwad joonistused läbipaistwateks.

Katset tuleb toimetada tõmbekapis wõi lahtises õhus.

Halogeenide grupp. Kloor, jood, broom ja fluor moodustawad sarnaduse suhtes **halogeenide** s. o. soolasünnitajate **grupi;** soolad, mis nad sünnitawad nimetatakse **haloiidideks.** Cl, J, Br ja F füüsikalised ja keemilised omadused muutuwad astmeliselt ühes aatomikaalu tõusuga, mis järgnewas tabelis näha:

Omadused.	Fluor. F	Kloor. Cl	Broom. Br	Jood. J
Aatomikaal	19,0	35,46	79,92	126,92
Aineolek tawalises temperatuuris	gaas, raske	gaas, kerge	wedelik	kõwa keha
Tihedus	1,14 (wedel —200°)	1,51 (wedel —33,6°)	3,19	4,93
Sulanemise punkt	—233°	—102°	—7,3°	+113°
Keemise punkt	—187°	—33,6°	+58,6°	+183°
Gaasi wõi auru wärw	rohekas-kollane	rohekas-kollane	punakas-pruun	wiolett
Wesiniku ühendused	HF	HCl	HBr	HJ
Hapniku ühendused	—	Cl_2O ClO_2 Cl_2O_7	—	J_2O_5

Sugulus wesinikuga ja metallidega wäheneb fluorist alates joodi poole, nii et wähema aatomikaaluga halogeen wälja tõrjub raskema wesiniku ja metallide ühendustest. Sellewastu suureneb sugulus hapnikuga fluorist joodi poole: fluor ei sünnita hapnikuga ühendusi, kuna joodi ja hapniku ühendused on püsiwad.

Arusaadaw, et wäljendatud suhted halogeenide andmete wahel ei ole juhuslised, sest ka teistel elementidel on kindel suhe aatomikaalu ja elementide füüsikaliste ja keemiliste omaduste wahel.

Küsimused ja ülesanded. Mitu *g* kloori wajatakse 3 *g* wesiniku sidumiseks kloorwesinikuks? — Mitu *g* kloori saab 73 *g* keedusoolast? — Kuida saab bromiidist broomi wabaks? — Missugune reaktsioon on joodiga tähtsam? — Missugune suhe on halogeenide oleku (wärwi ja tiheduse) ja nende aatomikaalu wahel? —

23. Süsinik.

Carboneum, C = 12,005.

Leidumus. Süsinik on orgaanilise elu alus. Kõik loomade ja taimede organismid sisaldawad süsinikku.

Kuumutame katseklaasis puupuru, taime osasid, lihatükikest, suhkurt, tärklist. Algab lagunemise reaktsioon; järele jääb must aine — süsi.

Taime osade põlemine, mädanemine ja kõdunemine sünnib ka sel põhjusel, et neis olew süsinik hapnikuga ühineb.

Süsinikku leidub suurel hulgal ka mitteorgaanilises looduses nii hästi sidumata kui ka seotud olekus. Mineraalid: marmor, lubjapagu, paas, kriit, dolomiit ja t. on süsiniku ühendused. Atmosfääri õhus esineb süsinik süsihapugaasis, CO_2, mida mahu järele on õhus kunni 0,0003%.

Waatamata sellepeale, et süsinik esineb looduses igalpool, sünnitab ta meile kättesaadawas mateerias ainult 0,21%.

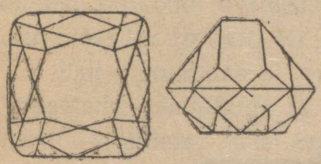
Peab tegema wahet süsiniku ja söe wahel: süsinik on element, kuna süsi on lihtkeha, mis mitmesugusel kujul esineb. Puusüsi, kiwisüsi ja t. on liitkehad, milles leidub süsinikku-elemendina wähemal wõi suuremal hulgal.

Saamine. Puhast süsinikku saadakse kuiwajamisel neist kehadest, milles leidub süsinikku kõige rohkem. Keemiliselt peaaegu puhta süsiniku wõib saada puhta suhkru ajamisel.

Mahutame korgitud katseklaasi tükikese suhkurt. Läbi korgi on juhitud katseklaasi klaastoru. Kui katseklaasi kuumutada, siis algab suhkru lagumine: osa aineid lahkub gaasidena ja wedelikkudena, kuna süsinik järele jääb.

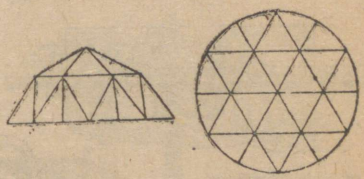
Looduses esineb puhas süsinik kahel allotroobilisel kujul: teemandina ja grafiidina. Peale nende on olemas weel muud süsiniku allotroobilised teisendid, mis üldse nimetatakse amorfsüsinikkudeks.

81. kujund.



Lihwitud teemant.
Briljant: küllelt ja ülewalt.

82. kujund.



Lihwitud teemant.
Rosett: küllelt ja ülewalt.

Teemant. Teemanti leitakse Indias, Brasiilias, Lõuna-Aafrikas, Borneos jm.

Ta on kristall ehitusega mineraal. Harilikult wärwitu, kuid leidub ka kollakaid, sinakaid jm. wärwilisi teemante.

Teemant on kôwa mineraal. Erik.=3,5. Kõwadus=10.*)

Teemant murrab tugewasti walgusekiirid, mis ilusa wärwimängu sünnitawad. Selle omaduse pärast hinnatakse teemanti kalliskiwina. Walgusekiirte murdmine sünnitab iseäranis ilusa wärwimängu lihwitud teemandis. Lihwimisel antakse teemandile mitmesugune wälimine kuju (81 ja 82 kujundid), et kiirte murdmine sünniks igakülgselt.

Kõige suurem senni leitud teemant, *Cullinan*, kaalus lihwimatult 621 *g*. *Kohinoor* kaalub lihwitult 22 *g***)

Teemandi kildusid tarwitatakse klaasi lõikamiseks, teemantide lihwimiseks ja kõwade mäetõugude puuride otsade walmistamiseks.

---

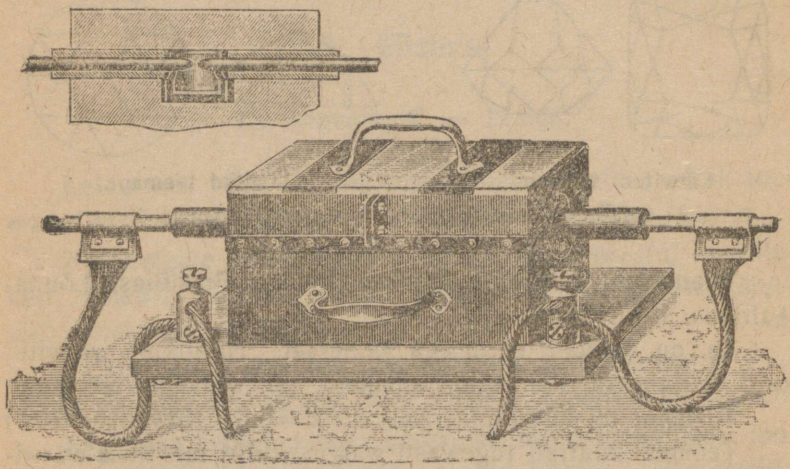
*) Kôwaduse suhtes moodustawad järgmised mineraalid kôwadusskaala: 1. talk, 2. kiwisool, 3. lubjapagu, 4. sulandajapagu, 5. apatiit (klaas), 6. põllupagu, 7. kwarts, 8. topaas, 9. korund, 10. teemant.

**) Harilikult loetakse kalliskiwide ja kulla kaaluüksuseks karati (=0,205 *g*).

Katsetega tõendas juba *Lavoisier,* et teemant on puhas süsinik. Ta sütitas õõnesklaasi fookuses teemandi, mis kinnises klaastorus hapniku atmosfääris põles süsihapugaasiks, CO_2.

Moissan'il õnnestas walmistada süsinikust teemantisid kunstlisel teel (1887 a.). Suhkrust kuiwajamisel saadud süsiniku ta sulatas elektriahjus sulandatud rauas (83 kujund). Kui *Moissan* raua jahutas äkitselt, siis osa süsinikku moondus jahutamisel saadud kõrgest rõhumisest teemandiks.

83. kujund.



Elektriahi.

Walmistatakse põletatudlubja tükkidest. Sisemises õõnsuses süsi elektroodide wahele mahutatakse tiigel metalliga, mis waja sulandada. Elektriwoolu mõjul tõuseb ahjus temperatuur kunni 3500°. Ülewal on ahju läbilõige.

Sel teel saadud teemandid on õige wäiksed (0,5 *mm*), kuid katse tõendab siiski, et teemant on süsinik.

Et teemante kätte saada, peab raua sulatama soolhappes.

Kui teemanti kuumutada õhuta ruumis üle 2500°, siis moondub ta grafiidiks.

Grafiit. Grafiiti leitakse Siberis, Kanaadas, Kalifornias, Kumberlandis jm. Ta on pehme (kõwadus 0,5—1) mineraal ja jätab kriipsutades mustjashalli joone. Erik.=2,3. Grafiit põleb hapniku atmosfääris süsihapugaasiks.

Ta juhib hästi elektrit, kuna teemant ei juhi.

Grafiiti tarwitatakse elektroodideks, masina liikuwate osade määrimiseks (pulbrina) ja pliiatsite walmistamiseks.

Pliiatsite walmistamiseks segatakse grafiidi pulber ühes sawi ja weega taignaks, mis pressitakse läbi peenikeste torukeste. Saadud pulgakesed põletatakse ahjus ja mahutakse kokku liimitud pulgakeste wahele.

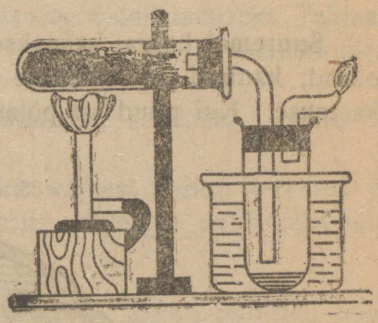
Juure segatud sawi hulgast ja põletamise kuumusest oleneb pliiatsite mitmeastmeline kõwadus (pliiatsi Nr. Nr.).

Kui sulandatud rauda küllastada süsinikuga ja aeglaselt jahutada, siis eraneb raua osade wahele süsinik grafiidina.

Wiimasel ajal saadakse grafiiti kunstliselt koksi ja kwartsi segu kuumutamisel elektriahjus.

Grafiit ja teised süsiniku teisendid ei sulane: kõrges temperatuuris (üle 3600°) muutuwad nad otsekohe auruks.

84. kujund.



Puude kuiwajamine.
Eranewad tooted jagunewad jahutamisel wedelateks ja gaasilisteks; wiimaseid wõib süüdata põlema.

Amorfsüsinik. Süsinik, mis saadakse orgaaniliste ainete lagumise produktina kuiwajamisel, esineb mitmesugusel kujul. Neid süsiniku teisendisi nimetatakse amorfsüsinikuks.

Puusüsi. Mahutame katseklaasi saepuru, laastusid jne. ja kuumutame. Algab puu keemiline lagunemine, **kuiwajamine** (84 kujund). Puude kuiwajamisel saadakse wedelad, gaasilised ja kõwad tooted.

Kui puu õhus põleb, siis kõik puude sees olew süsinik ühineb hapnikuga, ja järele jääb ainult tuhk, s. o. need mineraal ained, mis puus olemas. Kui aga kuumutamist toimetada õhukindlalt — nii, et õhk juure ei pääse, siis algab keemiline lagumine: osa süsinikku eraneb gaasides ja wedelikus, kuna suurem hulk amorfsüsinikuna katseklaasi jääb.

Puu kuiwajamise tooted.

Puu.

Jääk: *puusüsi.*

Aetis:

wedel:

puutõrw

kerged õlid: benslin.

rasked õlid: kreosoot.

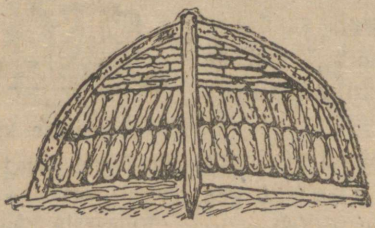
puuäädik

puupiiritus

gaasiline: *puugaas* H_2, CH_4, CO, CO_2

Suuremal hulgal saadakse puusütt miilimisel. Puud, oksad, kännud jne. laotakse kuhja, mis pealt mullaga kinni kaetakse. Kui puud alt põlema süüdata, siis algab kuiwaja-

85. kujund.



Puude miilimine.
Keset kuhja jäätakse gaaside eranemiseks toru, kus ka põlemine sünnib.

mine, kus juures eranewad gaasid tõstawad põledes kuumutamise temperatuuri (85 kujund). Wedelad produktid walguwad kuhja põhja, kust nad kõrwale juhitakse.

Puude söetamist toimetatakse wiimasel ajal retortides (tulekindlad anumad), et kaotsi ei läheks tehniliselt kallid lenduwad tooted.

Puusütt tarwitatakse sepatööstuses, metallide sulandamisel kõrgahjudes, söefiltride walmistamiseks, toidu keetmisel jne.

Kondisüsi saadakse kontide destilleerimisel nagu puusüsigi. Kondisüsi sisaldab palju kaltsiumfosfaati.

Koks. Kiwisõe kuiwajamisel saadakse koks, wedelad ja gaasilised produktid. Koksi, milles on kunni 91% süsinikku, tarwitatakse kütteks, kõrgahju protsessis, weegaasi saamisel jne.

Koks on kiwisõega samases suhtes, nagu puusüsi puuga.

Tahm. Süsinikku sisaldawate ainete põlemisel ei jõua kõik süsinik ühineda hapnikuga. Osa süsinikku eraneb õige peenikese pulbrina, **tahmana**, külmade asjade peale.

Tahma saadakse suuremal hulgal õlide põletamisel. Tarwitatakse trükimusta, tuschi ja wärwide walmistamiseks. Tahmawärw on wäga püsiw, sest et süsinik ei sula wedelikkudes ega muutu õhus.

Tahm imab energiliselt hapnikku, sellepärast sütib ta kergesti põlema.

Paneme uuriklaasidele kaks wäikest fosfori terakest ja riputame ühe peale tahma pulbrit. Wiimane sütib kiiremini põlema.

Retortsüsi. Kiwisüte kuiwajamisel korjub retortide seintele must aine, **retortsüsi**, mis wäga sarnane on grafiidiga.

Retortsüsi juhib hästi elektrit; seks otstarbeks teda tarwitatakse elektroodidena ja kaarlampide sütena.

Retortsöes on wäga wähe tuhka.

Mineraalsüsi. Mineraalsüte hulka arwatakse turwas, pruunsüsi, kiwisüsi ja antratsiit.

Need söed on sündinud aeglasel kuiwajamisel orgaanilistest kehadest, taimedest. Koosseisu poolest ei wõi neid mitte puhtaks süsinikuks lugeda, waid neis esineb süsinik suuremal wõi wähemal arwul.

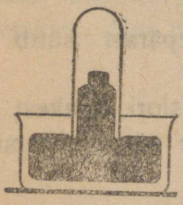
Mineraalsüte keemiline koosseis on näidatud järgmises tabelis (arwud näitawad protsentisid):

	Puu.	Turwas.	Pruunsüsi.	Kiwisüsi.	Antratsiit.
Süsinik	50	60	70	82	94
Wesinik	6	6	5	5	3
Hapnik	43	32	24	12	3
Lämmastik	1	2	1	1	jäljed
Soojasoetus, s. kalooriad	2700	3500	6000	8000	8400

Antratsiit on kõige wanem mineraalsüsi ja seisab süsinikule õige lähedal. Nooremad mineraalsõed (turwas, pruunsüsi) sisaldawad palju muid orgaanilisi aineid. Kui mineraalsüsa kuiwajamisel kuumutada, siis läheb lagumise protsess lõpuni ja järele jääb koks.

Süte omadused. Puusüsi ja kondisüsi on wäga urbsed kehad. Selle tõttu wõiwad nad suure hulga gaasisid eneses kinni hoida. Seda omadust nimetatakse adsorbtsiooniks.

86. kujund.



Adsorbtsioon. Puusüsi imab ammoniaki.

Täidame katseklaasi, mis awausega seatud elawhõbedasse, ammoniakiga, NH_3. Kui klaasi suruda tükikese wärskelt põletatud puusütt, siis süsi imab enesesse ammoniaki ja elawhõbe tõuseb katseklaasis kõrgemale (86 kujund).

1 *ccm* (= 1,57 *g*) sütt adsorbeerib 15° juures 178 *ccm* ammoniaki, 166 *ccm* kloorwesinikku, HCl; 165 *ccm* wääwlishapendit, SO_2; 97 *ccm* süsihapugaasi, CO_2 jne. Temperatuuri langemisega suureneb süte adsorbeerimise wõime.

Adsorbeerimine sünnib nii energiliselt, et selle juures ka soojus sünnib. Mitme puu peenikene söepulber hakkab iseenesest põlema.

Iseäranis suur on pukspuu *(Buxus sempervirens)* adsorbeerimise omadus. Ta imab enesesse 90 kordse mahu ammoniaki, 50 mahtu wääwelwesinikku ja 9 mahtu hapnikku.

Süsi adsorbeerib ka wedelikkusid, neis olewaid gaase ja wärwisid. Iseäranis head omadused on ses suhtes kondisöel. Keedame tindi, joodi wõi muu wärwi wesisulatist sütega. Sulatis kaotab wärwi.

Keedame lõhnalist wedelikku sütega. Lõhn kaob. Adsorbeerimise omaduste tõttu tarwitatakse sütt wedelikkude filtreerimisel ja puhastamisel.

Seistes õhus kaowad söe adsorbeerimise omadused (miks?).

Nende omaduste uuendamiseks tuleb sütt kuumutada natukene alla 300°.

Süsiniku omadused. Süsinik ei sula ühesgi wedelikus, ainult sulandatud raud sulatab eneses wähesel mõõdul süsinikku 3500° juures.

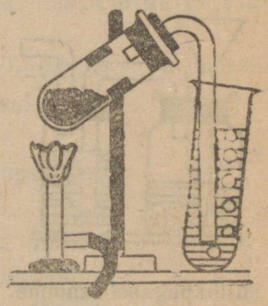
Madalas temperatuuris ei awalda süsinik aktiiwsust, on täiesti erapooletu keha. Ainult kõrges kuumuses süsinik ühineb hapnikuga süsihapugaasiks. Tähelpanemisewäärt on süsiniku t a a n d a m i s e, redutseerimise omadused.

Segame 2—3 *g* waskhapendi pulbrit, CuO, kümmendiku osa söepulbriga ja segu soendame katseklaasis. Eranewad gaasid juhime läbi lubjawee (87 kujund). Süsi ühineb kasteklaasis waskhapendi hapnikuga, sünnitab süsihapugaasi ja metall — wask jääb katseklaasi:

$$2CuO + C = 2Cu + CO_2$$

Waskhapend. Süsinik. Wask. Süsihapugaas.

87. kujund.



Redutseerimine. Süsi taandab waskhapendi waseks. Lubjawesi läheb walgeks.

Keemilises tehnikas tarwitatakse süte redutseerimise omadusi metallide saamisel looduses leiduwatest muldadest, metallide hapenditest (w. kõrgahju protsess).

Süsinik esineb ühendustes mitmesuguse walentsiga: ta wõib olla nelja, kahe, isegi kolme (mõnedes orgaanilistes ühendustes) walentne.

Niisama m u u t l i k on süsiniku erikaal: teemandi erik. = 3,5, grafiidi = 2,1—2,3 ja muude süsiniku teisendite erikaal on 1,6 kunni 2,0.

Peaaegu keemiliselt puhas süsinik saadakse suhkru, $C_{12}H_{22}O_{11}$, kuiwajamisel. Enne ajamist puhastatakse suhkur ümberkristalliseerimisega kõrwalistest lisandustest.

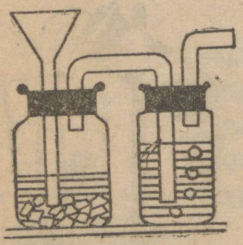
24. Süsiniku ühendused.

Süsinikkahelishapend, CO_2. Süsiniku ühendusi on wäga palju. Suurem hulk neist moodustawad o r g a a n i l i s e l o o d u s e. Et süsiniku ühendused orgaanilises looduses teistest

keemilistest ühendustes mitmeti lahkuwad, siis waadeldakse neid harilikult iseäraldi orgaaniliste ainete keemias.

Lihtsam süsiniku ühendus on süsinikkahelishapend, mis harilikult nimetatakse süsihapugaasiks. Süsihapugaasi leidub atmosfääri õhus, kuhu ta sattub orgaaniliste ainete lagumise produktina: loomade ja taimede hingamisel, põlemisel, mädanemisel jne.

88. kujund.



Süsihapugaasi saamine. Marmori wõi lubja tükkide peale walame lahjendatud soolhapet. Eralduwat gaasi wõib puhastada wees.

Atmosfääris on süsihapugaasi 0,6 kunni 0,7 *g* ühes kuubikmeetris (1 m^3).

Mitmes kohas süsihapugaasi tuleb wälja maa seest (Jaawa saarel — „Surma org", Neapoli lähedal — „Koera koobas" j.t.); niisama on teda mineraalwetes (selters, narsaan).

Ühendustes on süsihapugaasi lubjapagus, kaltsium- ja magneesiumkarbonaatides (kriidis, paasis, marmoris jne.

Saamine. Süsihapugaasi wõib saada süsiniku põlemisel hapnikus:

$$C + O_2 = CO_2$$

Süsinik. Hapnik. Süsihapugaas.

Kui marmori ja paasi kuumutada, siis süsihapugaas lahkub neist:

$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

Paas. Põletatud lubi. Süsihapugaas.

Tehnikas saadaksegi harilikult süsihapugaas marmori ja paekiwi kuumutamisel.

Laboratooriumis saadakse süsihapugaas marmorist wõi kriidist soolhappe mõjul:

$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

Marmor. Soolhape. Kloorkaltsium. Süsihapugaas. Wesi.

Kallame lahjendatud soolhapet marmori tükikeste peale. Juhime eralduwa gaasi awausega ülespoole seatud anumasse (88 kujund). Põlewa peeruga katsudes näeme, et see kustub anumas.

Süsihapugaasi saame ka söögisooda (*Natrium bicarbonicum*) kuumutamisel 100—200°:

$$2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

Kahelissüsihapu naatrium (söögisooda). Sooda. Wesi. Süsihapugaas.

Füüsikalised omadused. Süsinikkahelishapend on raske, wärwitu ja lõhnatu gaas. Tihetus = 1,529. Üks liiter gaasi kaalub harilikul rõhumisel (760 *mm*) ja temperatuuris (15°) 1,977 *g*.

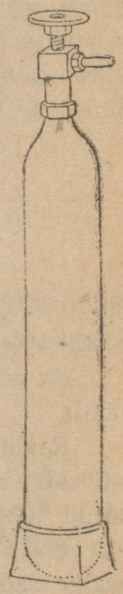
Süsihapugaasi sulawus muutub rõhumise suhtes niisama, nagu see ka teiste gaaside juures sünnib.

1 atm. rõhumisel sulab wees süsihapugaasi maht mahus.

2 atm. rõhumisel sulab juba kaks mahtu, 3 atm. rõhumisel kolm jne. Kui rõhumine wäheneb, siis haihtub gaas sulatisest. Seda näeme, kui seltersi pudel awada: süsihapugaas lahkub wedelikust wullidena.

Süsihapugaasi wõib kergesti weeldada. 35 atm. rõhumisel muutub ta 0° juures wedelaks. Wedel süsihapugaas läheb müügile teras anumates (89 kujund).

89. kujund.



Anum wedelate gaaside hoidmiseks.

Wedel süsihapugaas tekitab aurates wäga madala temperatuuri. Kui anuma kraan awada, siis hakkab aurama süsihapugaas. Selle juures temperatuur langeb nii madalale (—78°), et ülejäänud wedelik angub lumetaoliseks kehaks, kõwaks süsihapugaasiks.

Et süsihapugaas raske on, näitab järgmine katse. Tasakaalu seatud kaulude kausil seisab anum. Juhime anumasse gaasi saamise apparaadist süsihapugaasi: anum läheb raskemaks ja wajub alla.

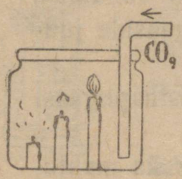
Keemilised omadused. Süsihapugaas ei toeta põlemist ega hingamist, sest et hapnik on süsinikuga tugewasti seotud selles ühenduses.

Juhime anumasse, kus põlewad mitmepikkused küünlad, süsihapugaasi (90 kujund). Küünlad kustuwad madalamast alates (miks?).

Ainult mõned aktiiwsed metallid põlewad süsihapugaasis.

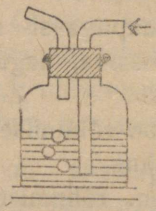
Surume kitsasse anumasse süsihapugaasi atmosfääri põlewa magneesiumi lindi. Põlemine kestab edasi, ja anuma põhja ja seintele ilmuwad mustad tükikesed. Walge magneesiumhapendi sulatame lahjendatud soolhappes, et musti süsiniku osakesi paremini waadelda.

90. kujund.



Süsihapugaas
on raske gaas ja ei toeta põlemist.

91. kujund.



Süsihapugaas.
Lubjawees ilmub walge sade-kriit.

$$2Mg + CO_2 = 2MgO + C$$

Magneesium. Süsihapugaas. Magneesiumhapend. Süsinik.

Ka wanaadium ja naatrium põlewad süsihapugaasi atmosfääris.

Reaktiiwiks süsihapugaasile on lubjawesi,*) milles on sulanud kaltsiumwesihapendit, $Ca(OH)_2$. (Kustutatud lubi)

Kui läbi lubjawee juhtida süsihapugaasi, siis ilmub wette walge sade (91 kujund).

$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$$

Kaltsiumwesihapend. Süsihapugaas. Süsihapukaltsium. Wesi.

Süsihapugaas ühineb wees sulanud kaltsiumwesihapendiga ja sünnitab süsihapukaltsiumi, mis wees mitte ei sula. Sellepärast ilmub ka walge sade.

Süsihapugaas ei toeta ka hingamist. Kui õhus üle 5% süsihapugaasi on, siis mürgised tunnemärgid ilmuwad ini-

*) Segame weega kustutatud lupja ja loksutame hästi läbi. Selgunud wee filtreerime pudelisse, mis korgitatult peab hoidma.

meste ja loomade juures. Ööpäewa jooksul hingab täiskaswanud inimene wälja kunni 500 *l* CO_2.

Süsihape. Wesi, milles sulatatud süsihapugaas, on terawa, hapuka maiguga, (limonaad, selters, õlu). Kui läbi sinise lakmuse sulatise juhtida süsihapugaasi, siis wärwub lakmus nõrgalt punaseks. Sellest on näha, et süsihapugaas wees sulades nõrga happe sünnitab, mis **süsihappeks** nimetatakse. Süsihappe formul on H_2CO_3 ($H_2O + CO_2 = H_2CO_3$). Iseseiswalt, puhtalt on süsihape tundmatu.

Süsihape lagub seistes ja keetmisel kergesti (kolkunud õlu).

Juhime läbi lubjawee süsihapugaasi (91 kujund). Ilmub süsihapukaltsiumi walge sade, $CaCO_3$. Kui aga süsihapugaasi ikka rohkem läbi lubjawee lasta, siis sade kaob jälle: wees sulanud süsihapugaas sünnitab **süsihappe**, H_2CO_3, mille mõjul lagub $CaCO_3$:

I. $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$

II. $CaCO_3 + H_2CO_3 = CaH_2(CO_3)_2$

Kaksiksüsihapukaltsium.

Kui pärast seda saadud sulatist kuumutada, siis ilmub uuesti süsihapukaltsiumi, $CaCO_3$, walge sade ja süsihapugaas, CO_2, haihtub:

III. $CaH_2(CO_3)_2 = CaCO_3 + H_2O + CO_2$

Karbonaadid. Süsihape sünnitab ühinedes alustega **karbonaatisid**, s. o. soolasid, mis saadud süsihappest, H_2CO_3.

Kaltsiumwesihapend sünnitab ühinemisel süsihappega kaltsiumkarbonaadi ehk süsihapukaltsiumi:

$$Ca(OH)_2 + H_2CO_3 = \mathbf{CaCO_3} + 2H_2O$$

Kaltsiumwesihapend. Süsihape. Kaltsiumkarbonaat. Wesi.

Teised süsihappe soolad on sooda, Na_2CO_3; potas, K_2CO_3.

Küsimused ja ülesanded. Kui palju saab süsihapugaasi 0,01 *g* teemandi põlemisel? — Et süsihapugaas õhust raskem on, siis wõib teda walada ühest anumast teise. Kuidas toimetada seda? — Kuidas wõib näha, et anum on täidetud süsihapugaasiga? — Walage kitsamast klaasist küünla tule peale süsihapugaasi. — Mis sünnib? — Kuidas wõib näidata, et inimene hingab wälja süsihapugaasi? — Missugune on hapniku ja süsiniku protsendiline suhe süsihapugaasis? ($CO_2 : O_2 = 100 : X$) — „Koera koopas" läkatuwad koerad ja teised wähemad loomad, kuna inimene midagi

halba ei tunne. Millest tuleb see? — Tilgutage soolhapet lubjawette, kus süsihapugaasi mõjul on ilmunud walge sade. Miks läheb lubjawesi uuesti walgeks? —

Süsinikhapend, CO, sünnib süsiniku põlemisel wähese õhu (hapniku) juure peasemisel. Süsiniku hapendamine ei ole sellepärast lõpulik, ja süsinikkahelishapendi, CO_2, asemele sünnib süsinikhapend, CO.

Süsinikhapend sünnib ka siis, kui üle hõõguwate süte juhtida süsihapugaasi:

$$CO_2 + C = 2CO$$

Sel teel sünnib süsinikhapend ahjus hõõguwate süte põlemisel. Alumiste süte põlemisel sünnib süsihapugaas, mis läbi ülemiste hõõguwate süte tungides süsinikhapendiks ta a n d u b. Sütest wälja peasedes ühineb süsinikhapend õhuhapnikuga ja põleb s i n a k a l e e g i g a uuesti süsihapugaasiks. (Hõõguwate süte peal on märgata sinakas tuli).

Laboratooriumis saadakse süsinikhapendit oblikhappe, $C_2H_2O_4$, ja wiie-kuue kordse mahu kontsentreeritud wääwelhappe, H_2SO_4, segu soendamisel:

$$C_2H_2O_4 = CO_2 + CO + H_2O$$

Selle juures sünnib süsihapugaas ja süsinikhapend. Nende gaaside lahutamiseks juhime eralduwa gaasi läbi söötnaatroni sulatise, mis ainult süsihapugaasi kinni peab.

Wõtame 10 *g* kristall oblikhapet ja walame selle peale kolbis 50—60 *g* kontsentreeritud wääwelhapet. Soendamisel eralduwa gaasi juhime läbi söötnaatroni sulatise ja korjame weega täidetud anumasse.

Süütame korjatud gaasi põlema.

Sipelghappe ja tema soolade sulatised wääwelhappes eraldawad soendamisel niisama s ü s i n i k h a p e n d i:

$$H_2CO_2 = CO + H_2O$$

Sipelghape. Süsinikhapend. Wesi.

Neis reaktsioonides seisab wääwelhappe mõju ainult selles, et w e e m o l e k u l i enesesse imada, mille tõttu süsinikhapend wabaks saab.

Süsinikhapend on wärwitu, lõhnatu ja maiguta gaas. Sulab wees wähe. Õhus põleb ta sinaka leegiga süsihapugaasiks:

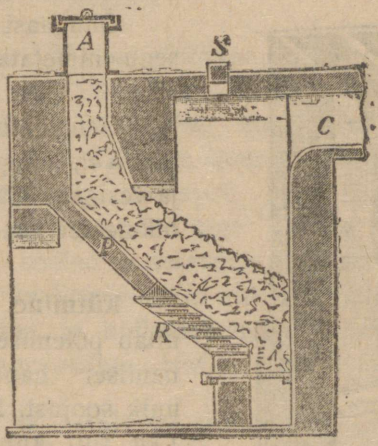
$$2CO + O_2 \quad 2CO_2 + 136\,Kal$$

2 mahtu. 1 maht. 2 mahtu.

Kõrges temperatuuris on süsinikhapendil suur tung ühinemiseks hapnikuga. Ta võtab ka hapniku teistest ühendustest ära (reduktsioon, taandamine).

Süsinikhapend on väga mürgine. Sissehingamisel ühineb ta weres olewa hämoglobiiniga, mille tõttu wiimane ei saa imada enam hapnikku kopsudes. Süsinikhapendi mõjul walutab pea, inimene kaotab meelemärkuse ja sureb.

92. kujund.



Generaator.

A kaudu täidetakse generaator koksiga, mis resti R peal süsihapugaasiks põleb. Ülemistes koksi kihtides taandub CO_2 süsinikhapendiks, mis awausest S tulewa õhuga segub. Toru C juhib õhugaasi ahju, kus ta lõpulikult põleb.

Õhugaas. Süsinikhapend sünnitab põlemisel suurt soojust. Sellepärast leiab ta tarwitust küttena õhugaasi ehk generaatorgaasi näol.

Gaasisünnitajates ehk generaatorites põletatakse koksi restide peal (92 kujund). Koksi põlemisel sünnib alumistes osades süsihapugaas, mis läbi hõõguwa koksi korra tungides süsinikhapendiks taandub. Wiimasega segub õhu lämmastik segu juhitakse torudega ahjudesse, kus süsinikhapend põleb süsihapugaasiks, CO_2.

Õhugaasis on 26% CO, 4% CO_2, 69% N_2 ja m. gaase.

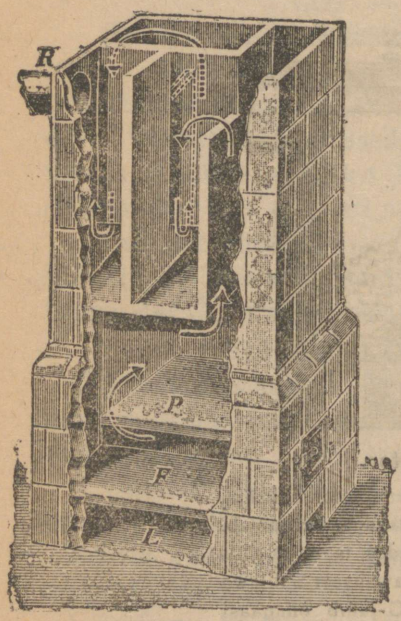
Wesigaas. Kui üle hõõguwate, kuumutatud kunni 1000—1200°, süte weeauru juhtida, siis laguneb wesi järgmiselt:

$$C + H_2O = CO + H_2$$

Süsinik. 1 maht. Weeaur. 1 maht. Süsihapend. 1 maht. Wesinik. 1 maht.

Saadakse gaaside segu, **wesigaas,** mis põleb kõrget kuumust sünnitades.

93. kujund.



Ahi.

F — tulepesa. P — nooled näitawad soojade gaaside käiku. R — korsten. L — ahjualune.

Wesigaasi tarwitatakse kütteks ja walgustuseks.

Õhugaasi ja wesigaasi segu nimetatakse **jõugaasiks.**

Generaatorgaas annab 950 *Kal*, jõugaas 1320 *Kal* ja wesigaas 3020 *Kal* (1 kuubikmeeter gaasi).

Kütmine. Süsinik sünnitab põlemisel, s. o. ühinemisel hapnikuga suur hulk soojust. Nimelt annab 1 *kg* sütt kunni 8140 *Kal.* Sellepärast tarwitatakse süsinikku sisaldawaid kehasid kütteks.

Kõwa küte: puud, turwas jne. põletatakse ahjudes (93 kujund), kus tuli ja soojad gaasid ahjukiwid kuumaks teewad. Wiimased soendawad toa õhku.

Kütmisel ei tohi ahju liig wara kinni panna: küttega sünnib siis ainult kuiwajamine, mis mitte ei anna, waid tarwitab soojust. Niisama ei wõi ka lasta kütet täiesti ära põleda, — ahi jahtub siis kiiresti. Et ahjus peale sulgumist süsinikhapend sünnib (miks?), siis peab selle eest hoolitsema, et süsinikhapend ei peaseks eluruumidesse. (Ahjuuksed peawad õhukindlad olema).

Süsinik ja lämmastik. Orgaanilised ained sisaldawad peale süsiniku weel lämmastikku. Sellepärast saadakse orgaaniliste kehade kuiwajamisel peale süsiniku ka süsiniku ühendusi lämmastikuga aatomite grupi CN kujul, mis tsüaaniks nimetatakse. Iseseiswalt ei ole tsüaani saadud, waid ta esineb ainult tsüaani ühendustes.

Tsüaangaas, $(CN)_2$ on wärwitu mürgine gaas. Sünnib wähesel hulgal kõrgahjus.

Tsüaaniswesinik ehk sinihape, HCN, on niisama wärwitu mürgine gaas, mis „Berliini sinisest", $Fe_7(CN)_8$, hapete mõjul wabaneb. Jahutamisel muutub ta wedelikuks. Sinihappel on kibedate mandlite lõhn ja maik, sest ka mandlid sisaldawad õige wähe sinihapet.

Sinihape mõjub juba õige wähesel hulgal surmawalt.

Sinihappe soolad nimetatakse tsüaniidideks. Neist on tähtsamad kaaliumtsüaniid ehk tsüaankaalium, KCN, mis galwanoplastikas ja kullasaamisel tarwitatakse, ja naatriumtsüaniid, tsüaannaatrium, NaCN.

Süsiniku ja wesiniku ühendused. Süsinik ja wesinik ühinewad mitmesuguses suhtes. Nende ühendusi nimetakse **süsiwesinikkudeks.** Süsiwesinikkude arw on wäga suur, kuid teoreetiliselt on nende arw isegi piiritu. Süsiwesinikkudest sünniwad omakorda teised süsiniku ühendused, missuguseid üle kahesaja tuhande tuntud on.

Lihtsamad neist ühendustest on metaan, CH_4, etüleen, C_2H_4, ja atsetüleen, C_2H_2.

Kõik need ühendused põlewad süsihapugaasi ja wett sünnitades.

Karbiidid. Mitmed metallid ühinewad süsinikuga kõrges kuumuses (elektriahjus). Süsiniku ja metallide ühendusi nimetatakse karbiidideks: alumiiniumkarbiid, Al_4C_3, karborund, CSi, ja kaltsiumkarbiid, CaC_2.

Kaltsiumkarbiid saadakse sütepuru ja põletatud lubja segu kuumutamisel elektriahjus:

$$CaO + 3C = CaC_2 + CO$$

Põletatud lubi. Süsinik. Kaltsiumkarbiid. Süsinikhapend.

Kaltsiumkarbiid lagub wee mõjul atsetüleeni sünnitades.

Wiskame anumasse tükikese kaltsiumkarbiidi. Reaktsioon sünnib õige rahulikult, kui wee asemele wõtta suhkru sulatis. Katame anuma lehtriga kinni ja sütitame eralduwa gaasi põlema (94 kujund):

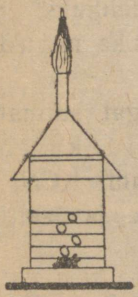
I. $CaC_2 + H_2O = CaO + C_2H_2$

Karbiid. Wesi. Kaltsiumhapend: lubi. Atsetüleen.

II. $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$

Kaltsiumwesihapend: kustutatud lubi.

94. kujund.



Atsetüleen.

Seda reaktsiooni wõib lühidalt järgmiselt kujutada:

$$Ca|C_2 + \begin{matrix} H|OH \\ H|OH \end{matrix} = C_2H_2 + Ca\begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix}$$

Atsetüleen on wärwitu, wastiku lõhnaga gaas. Ta põleb heleda walgustawa leegiga.

Atsetüleeni põlemine sünnib järgmiselt:

$2C_2H_2 + 5O_2 = 4CO_2 + 2H_2O$

2 mahtu. Atsetüleen. 5 mahtu. Hapnik. 4 mahtu. Süsihapugaas. 2 mahtu Weeaur.

Enne kui gaasi põlema süüdata, tuleb wähe oodata, kunni õhk ühes atsetüleeniga on lendunud. Õhu ja atsetüleeni segu on plahwataw.

Atsetüleeni tarwitatakse walgustuseks ja ühes hapnikuga metallide autogeensel kokkusulandamisel.

Küsimused ja ülesanded. Posti otsad, mis maa sisse kaewatakse, söetatakse enne seda. Mis otstarbel? — Kuidas sünnib tahm? — Mis wahe on põlemise ja süsinemise wahel? — Kuidas wõib järele katsuda, et atmosfääri õhus on olemas süsihapugaasi? — Miks on õllel, seltersil, limonaadil teraw maik? — Kui mitu *l* süsihapugaasi sünnib 1000 *g* puu põlemisel, milles 49% O, 6% H, 45% O? — Kui mitu *g* CO_2 saab 1 *kg* marmorist? — Mitu *l* see on? —

25. Põlemine. Leek.

Põlemine. Põlemine on kiirelt edenew keemiline reaktsioon, mille juures eraldub soojus ja sünnib walgus.

Selleks, et algaks keemiline reaktsioon, on waja kehasid soendata teatud temperatuurini. Seda temperatuuri, mille juures algab põlemine, nimetatakse sütitustemperatuuriks. On aga põlemine kord alganud, siis edeneb ta iseenesest edasi, sest et põlemisel sündiw soojus hoiab põlewa keha osad sütitustemperatuuri kõrgusel. Kui temperatuur madalamale langeb, siis jääb põlemise reaktsioon seisma.

Kui küünla peale puhuda, siis kustub ta, sest et külma õhu mõjul temperatuur langeb.

Sütitustemperatuur on igal kehal isesugune: fosfor hakkab põlema 60°, wesinik 500°, fosforwesinik — harilikus temperatuuris.

Mõnede kehade sütitustemperatuur.

Turwas	225°	Wesinik	500°
Puu	300°	Koks	700°
Kiwisüsi	325°	Metaan	800°

Järgmiste kehade ühinemisel sünnib põlemine:

Ühinewad ained.	Põlemisel saadud kehad.
Wesinik ja hapnik	Wesi: $H_2 + O = H_2O$
Wääwel „ „	Wääwlisgaas: $S + O_2 = SO_2$
Süsinik „ „	Süsihapugaas: $C + O_2 = CO_2$
Fosfor „ „	Fosforhapend: $2P + 5O = P_2O_5$
Wääwel „ raud	Wääwlisraud: $Fe + S = FeS$
Antimoon ja kloor	Kloorisantimoon: $Sb + 5Cl = SbCl_5$

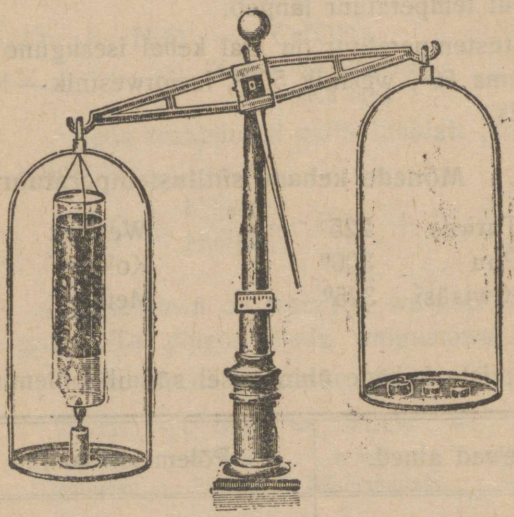
Põlemise kohta öeldakse, et üks keha põleb ja teine toetab põlemist. See ei ole aga mitte õige: põlemisel sünnib wastastikune reaktsioon põlewate kehade wahel. Nii wõib öelda, et hapnik põleb wesinikus, kui ka — wesinik põleb hapnikus.

Põlewad ained ei kao mitte, waid sünnitawad uue keha, uute omadustega. Tasakaalu seatud kaalude kausil põleb küünal, mille kohal ripub klaassilinder kloorkaltsiumiga ja

naatronlubjaga (95 kujund). Põledes kaob küünal, kuid kauss küünlaga läheb raskemaks: põlemisel ühineb õhu hapnik küünla põlewate ainetega ja ühinemise produktid — wesi ja süsihapu gaas — peetakse klaassilindris kinni.

Soojahulk. Põlemise juures sünnib soojus. Kui 1 *g* wesinikku põleb weeauruks, siis saadakse 28 800 w. kalooriat.

95. kujund.



Põlemine.

Kauss küünlaga raskeneb, sest et põlemisel saadud produktides on ka õhu hapnik.

Siin on molekuli kaal arwatud 1 *g* (1 *mol*). Keemilises reaktsioonis saadud soojus kalooriates märgitakse ekwatsiooni juure nii: $H_2 + O = H_2O + 58180\ kal$

See tähendab: 2,016 *g* wesinikku põleb weeauruks, mille juures sünnib 58180 *kal* soojust. Kui keemilises reaktsioonis tarwitatakse soojust, siis märgitakse wastaw kalooriate arw miinusiga.

Süsinik põleb süsinikhapendiks järgmise ekwatsiooni järele:

$$C + O = CO + 29300\ kal$$

Tähtsamate kütete soojasoetus on järgmine: (1 *kg* kütet annab põledes s. kalooriaid):

puu	4500 *Kal*	kiwisüsi	7—8000 *Kal*
turwas	4—6000 „	antratsiit	8—9000 „
pruunsüsi	7—7000 „		

Leek. Kui mitmesuguste ainete põlemist waadelda (raua, wääwli, magneesiumi, küünla), siis näeme, et ühed kehad põlewad leegiga (küünal), teised — leegita (raud).

Waatleme küünla leegi sündimist ja ehitust.

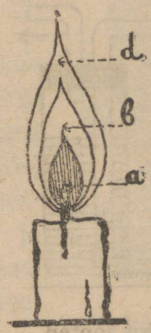
Süütame küünla tikuga põlema: põlew tikk sulandab stearíini wõi waha wedelaks, mis tahti mööda üles imbub, gaasiks muutub ja põlema hakkab.

96. kujund.



Küünla leek.
Tahti ümbritseb stearíini, waha wõi paraffiini gaas.

97. kujund.



Küünla leek.
a—küünla tahti ümbritsewad gaasid.
b—taandaw zoon.
d—hapendaw zoon.

Juhime küünla leeki tahi lähedale kõwera klaastoru (96 kujund). Toru teisest otsast jookseb wälja gaas, mida põlema wõib süüdata. Jahutamisel muutub gaas uuesti stearíiniks, wahaks jne.

Kui küünla leeki lähemalt waadelda, siis näeme selles mitu zooni (97 kujund).

Sisemine leegi osa, mis tahti ümbritseb, on tume; selles on, nagu nägime, põlew aine gaasilises olekus.

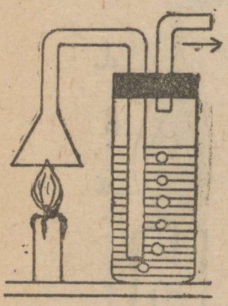
Seda leegi osa nimetatakse gaaside sündimise zooniks. Selle osa temperatuur on wõrdlemisi madal.

Kui sinna ettewaatlikul juhtida tikupea, siis ei hakka ta mitte kohe põlema. Walgustusgaasi leegis wõib seda katset wäga kergesti toimetada.

Järgmine osa, mis esimest ümbritseb, on punakat wärwi ja annab walgust. Kui sellesse osasse juhtida külma traadi, siit kattub see musta tahmaga.

Seda leegi osa nimetatakse walgustawaks zooniks. Selles osas sünnib steariini süsiwesinikkude lagumine süsinikuks ja wesinikuks, milledel kalduwus on ühineda hapnikuga leegi kõrge kuumuse tõttu.

98. kujund.



Põlemise tooted.
Lehtri külmadele seintele ilmub weeaur; lubjawees ilmub süsihapugaasist walge sade.

Selle juures algab süsiniku põlemine, hõõgumine, mille tõttu leek walgust annab.

Et selles zoonis põlewad ained suure jõuga püüawad hapnikuga ühineda, siis wõtawad nad hapniku tema ühendustest ära. Sellepärast nimetatakse seda leegi osa ka taandawaks, redutseeriwaks leegiks.

Leegi kõige wälisemas osas sünnib süsiniku ja wesiniku lõpulik põlemine süsihapugaasiks ja weeks.

Seame lehtri üle põlewa küünla ja imeme lenduwad gaasid läbi lubjawee (98 kujund). Lehtri külmadele seintele ilmub alguses weeaur, kuna lubjawees ilmub walge süsihapukaltsium (walge sade).

Äärmist leegi osa nimetatakse kuumaks, mitte walgustawaks zooniks. Et selles osas kuumutatawad kehad kergesti hapnikuga ühinewad, hapenduwad, siis nimetatakse seda zooni ka hapenduwaks, oksüdeeriwaks leegiks.

Peale nimetatud osade ümbritseb leeki weel weeauru ja süsihapugaasi nägemata mantel, millest põlemise tooted õhku lenduwad.

Nagu küünla leegi waatlusest selgub, märkame leeki gaaside põlemisel. Leek sünnib ainult hõõgkuumade gaaside ühinemisel. Leek wõib olla wal-

gustaw ja mittewalgustaw. Leegi walgus oleneb kõwadest kehadest, mis kuumutamisel walguse kiiri heidawad.

Kui walgustawasse leeki juhtida rikkalikult õhku ja hapnikku, siis wäheneb walguse jõud, sest et hõõguad kõwad kehad kiiresti põlewad. Kui õhu juurepeasemist takistada, siis hakkab tuli suitsema, leegist eraneb tahmana suur hulk põlemata süsinikku.

On olemas kehi, mis kuumutamisel iseäranis palju walgusekiiri heidawad. *Auer v. Welsbach* leidis (1885 a.), et haruldaste melallide tooriumi ja tseeriumi hapendid kuumutamisel hõõguma hakkawad ja tugewaid walgusekiiri heidawad.

99. kujund.



Aueri hõõgsukk.

N. n. „auerisukk" walmistatakse puuwillast wõi raamist (India nõges) ja leotakse tooriumi ja tseeriumi lämmastikhapu sulatises (99 kujund). Kui wõrgu seada gaasi tulde, siis põleb puuwill ja laguwad metallide nitraadid. Järele jääb õrn wõrk tooriumi ja tseeriumi hapenditest, mis kuumutamisel gaasi leegis hõõgub ja heidab tugewaid walgusekiiri.

Kui leeki jahutada külma õhuga, weega wõi metallwõrguga, mis juhib hästi soojust ja sellega leegi temperatuuri alandab, siis kustub leek.

Hoiame leegi peal metallwõrgu, siis näeme, et leek jääb wõrgu alla (100 kujund). Kui aga wõrguga leegi pooleks lõigata, siis wõib tuli wõrgu peal edasi põleda (101 kujund).

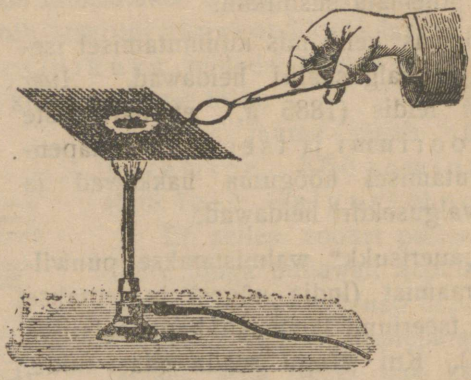
Juhtumisel, kus wõrk täiesti kuumaks on läinud ja ta põlewaid gaase ei jahuta, laseb ta leegi enesest läbi.

26. Süsiniku ringkäik looduses.

Taimed. Süsiniku tähtsus on orgaanilises looduses wäga suur ja huwitaw. Organismides olew süsinik ja tema ühendused on päritud õhu süsihapugaasist, milleks moonduwad uuesti organismid elu kustumisel.

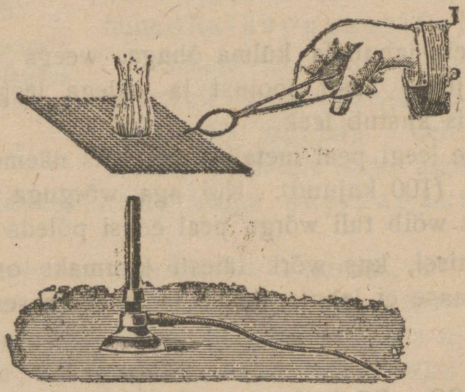
Iseäranis tähtis on taimede osa süsiniku ringkäigus looduses. Taimed saawad kudede ehituseks tarwisminewa süsiniku õhust süsihapugaasina. Taimede rohelistes osades olewal klorofüllil ja protoplasmil on omadus õhust

100. kujund.



Metall wôrgu mõju leegi peale.

101. kujund.



Metall wôrgu mõju leegi peale.

imada süsihapugaasi ja seda päikesekiirte mõjul lahutada süsinikuks ja hapnikus. Süsinik ja osa hapnikku ühinewad klorofüllis weega, mis taimed maa seest saawad, ja sünnitawad tselluluoosi, tärklise, suhkrut. süsiwesikud.

Ülejäänud osa hapnikku, mis süsihapugaasist saadud, wabaneb ja lendub õhku tagasi.

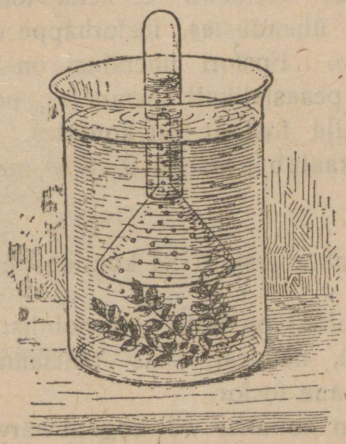
Nii rikastawad taimed õhku hapnikuga, puhastawad süsihapugaasist ja sünnitawad loomadele tarwisminewaid toiduaineid ja inimestele ka kütet.

Taimedes sündiwat reaktsiooni wõib järgmiselt ette kujutada:

$$6CO_2 + 5H_2O = C_6H_{10}O_5 + 6O_2 - 671000\ kal$$

Süsihapugaas. Wesi. Tärklis. Tselluloos. Hapnik.

102. kujund.



Taimede rohelised osad eraldawad hapnikku.

Loomade kehas ühinewad taimes sündinud süsiwesikud hapnikuga, annawad hapendumisel tagasi soojuse, mis nende sündimiseks päikeselt saadud, ja moondub uuesti süsihapu gaasiks ja weeks, mis loodusesse tagasi lenduwad.

Siit algawad nad uut ringkäiku läbi taimede organismi.

Nii hoiawad alal taimed päikese soojuse-energia, mis wabaneb loomade kehas wõi ahjus küdemisel.

Sellega on päikese energia soojusena ja walgusena, mis moondub organismides keemiliseks energiaks, kogu elusa looduse alus.

Et taimed eraldawad hapnikku, näitab järgmine katse. Süsihapugaasiga küllastatud wette mahutame lehtri alla taimede rohelised osad (102 kujund). Parem on wõtta selleks katseks weetaimi (näit. *Elodea canadensis*). Kui anuma lehtedega jätta seisma päikesekiirte kätte, siis koguneb katseklaasi gaas, mis katsumisel on hapnik.

27. Fosfor.

Phosphorus, P=31,04.

Leidumus. Seda elementi ei leita looduses kunagi wabalt, waid ainult ühendustes, fosforhappe soolades; näit. fosforiidis, $Ca_3(PO_4)_2$. Fosfori ühendusi on ka loomade ja taimede organismis, peaasjalikult seemnetes, peaajus ja närwides. Iseäranis palju fosforit on kontides. Täiskaswanud inimese kondikawa kaalub peaaegu 6—8 *kg*, milles on kunni $^3/_4$ *kg* fosforit.

Saamine. Saadakse fosforit ka kontidest ehk fosforiidist.

Omadused. Fosforil on mitu allotroobilist kuju, millede omadused isesugused, nendest kaks tähtsamat — kollane (walge) fosfor ja punane fosfor.

Kollane fosfor on kollakas wõi koguni wärwitu. Harilikus temperatuuris wõib teda noaga lõigata wee all. 44° sulaneb ta wee all, külma käes on kõwa ja rabe.

Wees ei sula fosfor, wähe alkoholis ja eetris; hästi sulab wääwelsüsinikus ja õlides. Õhus hapendub hariliku temperatuuri juures ja eraldab auru, millel ozooni lõhn ja mis pimedas helendab. Kergel soendusel, niisama ka lõikamisel ja õõrumisel hakkab põlema. Sütitustemperatuur on 60° lähedal. Sellepärast fosforiga oldagu ettewaatlik ja hoitagu wee all. Lõigata niisama wee all. Kätega ärgu puudutagu.

Kollane fosfor on wäga mürgine. Punane fosfor on tumepunane pulber. Punast fosfor saadakse kollasest, kui seda kuumutada 260° juures (umbes 10 päewa).

Wastukihwtiks fosforile on põletatud magneesium ja lahja kloorwesi.

Punane fosfor ei ole aktiiw, ei helenda, ei põle kergesti (sütib 430° juures), ega sula wääwelsüsinikus. Kui punast fosforit kuumutada üle 300° ja auru äkisti jahutada, siis ta moondub uuesti kollaseks fosforiks.

Tarwitamine. Punast fosforit tarwitatakse tikkude walmistamiseks. Tikkupead on walmistatud Bertholleti soolast, pruunkiwist ja kroomi ühendustest. Karbikeste seintele määritakse punase fosfori ja wääwelantimooni segu. Tikkupead olid walmistatud enne kollasest fosforist, siis nad olid mürgised.

103. kujund



Fosforwesiniku saamine.

104. kujund.



Fosforwesiniku saamine fosforkaltsiumist.

Ajaloolised märkused. 1669 a. leidis fosfori alkeemik *Brand* ja pea pärast seda *Kunkel.* 1766 a. *Gahn* leidis fosfori kontidest. Punane fosfor leiti 1847 a.

Ühendused. Fosforwesinik, fosfiin, PH_3. See on tähtsaim fosfori ühendus, mis wastab ammoniakile, NH_3. Sel gaasil on wänge lõhn ja tähelepandaw omadus õhus iseeneses süttida. Ta on mürgine.

Fosforwesinik saadakse söötnaatroni ja kollase fosfori tükikeste soendamisel kolbis.

Gaasi toru juhime wee alla (103 kujund).

Kui fosforwesinik jõuab [illegible]est wälja õhu kätte, siis sütib põlema [illegible]kestena, mis kõrgele tõustes laiemale walguwad.

Peale katset kolbi ärgu awatagu, waid lõpetagu soendamine ja oodatagu, kuni kolb tõmbub wett täis.

Arwatawasti fosforwesiniku ühendused eralduwad wahest ka maapinnas (surnuaedades), kus kõdunewad fosfori sisaldawad aineid. Maa pinnast eraldudes ja õhku sattudes nad sütiwad põlema.

Isepõlewa fosforwesinikku saadakse ka siis, kui wette wisata fosforkaltsiumi tükikene (104 kujund).

$$Ca_3|P_2 + 6H|OH = 2PH_3 + 3Ca(OH)_2$$

Fosforkaltsium. Wesi. Fosforwesinik. Kustutatud lubi.

Fosforanhüdriid. Punane ja walge fosfor tekitawad põledes walget suitsu, fosforhapendit:

$$2P + 5O = P_2O_5$$

Fosfor. Hapnik. Fosforanhüdriid.
62 k.-ü. 80 k.-ü. 142 k.-ü.

Weega sünnitab P_2O_5 fosforhapped:

$$P_2O_5 + H_2O = 2HPO_3$$

Fosforanhüdriid. Wesi. Metafosforhape.

$$P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$$

Ortofosforhape.

Fosfor sünnitab kolm ühendust hapnikuga ja mitu hapet.

Fosfor moodustab ühendusi ka klooriga, broomiga ja joodiga.

Fosforhappe, H_3PO_4, soolasid nimetatakse fosfaatideks.

Fosfaatidest on tähtsamad fosforiit ja apatiit. Sama fosforhappe soolasid leidub ka kontide tuhas.

Fosfori tähendus. Fosforhape ja lubi on taimedele wäga tarwilikud toiduained. Sellepärast on wäetisainena tarwitusel kondijahu, guanoo ja thomasschlak, mis fosforhappe soolasid sisaldawad. Ka loomade organism ei saa läbi ilma fosforita, mis etendab tähtsat osa kontides ja mõnedes munawalgetes.

28. Arseen.

Arsenicum, As = 74,96.

Leidumus. Looduses on arseeni leida ühenduses metallidega, hapnikuga ja wääwliga. Ehedalt leidub teda mineraalina.

Arseeni saadakse arseenränist, FeAsS, ajamise teel.

Omadused. Arseen on terashall, läikiw ja rabe kristall aine. On tuntud mitu arseeni allotroobilist kuju. Arseen kui ka tema ühendused on wäga mürgised.

Arseen juhib hästi elektrit. Sulaneb 500°.

Ühendused. Põledes arseen ühineb hapnikuga arseenkolmelishapendiks:

$$\underset{\text{150 k.-ü.}}{2As} + \underset{\text{48 k. ü.}}{3O} = \underset{\text{198 k.-ü.}}{As_2O_3}$$

Arseenkolmelishapend.

Wees sulades sünnitab As_2O_3 arseenishappe, H_3AsO_3.

Arseenishape ühinedes hapnikuga sünnitab arseenhappe:

$$H_3AsO_3 + O = H_3AsO_4$$

Arseenhape.

Arseenishappe wase soolad on rohelist wärwi, tarwitatakse wärwimiseks. On wäga mürgised. Mitmel maal nende wärwide tarwitamine on keelatud. (Schweinfurti roheline).

Wesinikuga ühineb arseen arseeniswesinikuks, AsH_3. Ta on mürgine gaas, wänge lõhnaga, põlew.

Arseeni tarwitatakse roti ja kärpse mürkide walmistamiseks, arstiteaduses walmistakse arseenist arstirohte jne.

Wastumürgiks arseenile on wärskelt sadenenud raudhüdroksüüd ja põletatud magneesium.

29. Antimoon.

Stibium, Sb = 120,2.

Leidumus. Antimooni leidub looduses ehedalt ja ühendustes wääwliga. (Antimooni läik, Sb_2S_3). Antimoon on hõbewalge, rabe, lehtkristall aine, metallläikega.

Omadused. Kõrge kuumuse juures antimoon ühineb hapnikuga hapendiks, Sb_2O_3. Sulaneb 631° juures, keeb 1400° juures.

Tarwitatakse mitmesuguste metalli sulandite walmistamiseks (trükimetall).

Ühendused. Hapnikuga ühineb antimoon antimoonhapendiks, Sb_2O_3, ja antimoon wiielishapendiks, Sb_2O_5. Klooriga sünnitab niisama ühendusi, nimelt kolmeliskloorisantimooni, $SbCl_3$ ja wiieliskloorisantimooni, $SbCl_5$.

Nagu neist ühendustest näha, antimooni walents on muutlik: wõib olla kolm ja wiis.

Wääwli ühendusi on antimooniga tuntud kaks: Sb_2S_3, kolmeliswääwelantimoon ja wiieliswääwelantimoon, Sb_2S_5

30. Vismut.

Bismutum, Bi = 208,0.

Omadused. Wismutit leidub looduses ehedalt ja ühendustes wääwliga, Bi_2S_3.

Wismut on roosakaswalge, kristall, metallläikega, rabe aine. Erik. = 9,8. Sulaneb 270° juures. Kuumutamisel ühineb hapnikuga ja moodustab kaks ühendust: Bi_2O_3 ja Bi_2O_5, — walents wõib olla kolm ja wiis.

Wiskame tükikese wismutit lämmastikhappesse, kus ta ära sulab ja lämmastikhapuwismuti sünnitab, $Bi(NO_3)_3$. Kallame wett juure: põhja ilmub walge sade — alusene lämmastikhapuwismut $Bi(OH)_2(NO_3)$.

Seda soola tarwitatakse arstirohuna.

Alusene klooriswismut, BiOCl, leidub tarwitamist walge wärwina.

Lämmastiku grupp. Selle gruppi kuuluwad: lämmastik, fosfor, arseen, antimoon ja wismut. Neil on ühised omadused, mis muutuwad astmeliselt aatomikaalu suhtes. Aatomikaalu suurenemisega lähenewad nad metallidele. Juba

arseen tuletab metalli meele. Antimooni soolad on metallide soolade sarnased, kuna wismutil on peaaegu kõik metallide omadused.

Lämmastiku grupi omadused.

Omadused.	N	P	As	Sb	Bi
Wälimus	Gaas	Mitte-metall	Mitte-metall	Metall	Metall
Walents	1—5	3 ja 5	3 ja 5	3 ja 5	3 ja 5
Aatomikaal	14,01	31,04	74,96	120,2	208,0
Erikaal	0,885	1,8—2,1	4,7—5,7	6,7	9,8
Wesiniku ühendused	NH_3	PH_3	AsH_3	SbH_3	—
Kloori ühendused	NCl_3	PCl_5	$AsCl_3$ $AsCl_5$	$SbCl_3$ $SbCl_5$	$BiCl_3$
Hapniku ühendused	N_2O,NO N_2O_3, NO_2, N_2O_5	P_2O_3 P_2O_5	As_2O_3 As_2O_5	Sb_2O_3 Sb_2O_5	Bi_2O_3 Bi_2O_5

31. Räni.

Silicium, Si = 28,3.

Leidumus. Räni leidub looduses peale hapniku kõige rohkem, kuid ainult ühendustes: kwartsis, opaalis, ränis ja t. silikaatides, mis leiduwad mäetõugudes.

Hapnikuga ühinedes sünnitab räni kahelishapendi, SiO_2, mis on maapinnas leiduwate mineraalide tähtis osa.

Saamine ja omadused. Räni saadakse ränikahelishapendist taandamise teel magneesiumi wõi alumiiniumiga.

Segame hoolikalt 1 *g* magneesiumi pulbrit 1,5 *g* kwartsi pulbriga ja soendame katseklaasis ettewaatlikult. Algab maruline reaktsioon (hoitagu silmi!). Walame kõik 100 *ccm* 20% soolhappesse. Mõne aja järele sadeneb põhja pruun räni pulber.

$$SiO_2 + 2Mg = Si + 2MgO$$

Kwarts. Magneesium. Räni. Magneesiumhapend.

Räni esineb kahes allotroobilises teisendis: pruun amorf pulber ja mustad, läikiwad kristallid.

Amorf räni põleb:

$$Si + 2O = SiO_2$$

Räni. Hapnik. Ränikahelishapend.

Ühendused. Räni ja hapniku ühendus, SiO_2, ränikahelishapend, r ä n i m u l d, on amorf pulber, ei sula wees ega hapetes.

Looduses on ehitatud ränimullast kwarts (mäekristall, ametsit, r ä n i k i w i ja t.), kui ka mõnede loomade skelett ja taimede kuded.

Sulatades leelistes ühineb ränimuld w e s i k l a a s i k s ehk naatrium- wõi kaaliumsilikaadiks.

$$SiO_2 + 2NaOH = Na_2SiO_3 + H_2O$$

Ränimuld. Söötnaatron. Naatriumsilikaat. Wesi.

Ränihappeid on tuntud mõned; neist loetakse normaal happeks H_4SiO_4, wärwitu sülditaoline keha. Soendamisel lahkub temast wee molekul ja saadakse mittesulaw ränihape, H_2SiO_3, walge keha, mis kuumutades wiimase wee molekuli kaotab ja ränimullaks, SiO_2, moondub.

I. $H_4SiO_4 = H_2SiO_3 + H_2O$

II. $H_2SiO_3 = SiO_2 + H_2O$

S i l i k a a d i d on ränihapete soolad. Looduses leidub neid wäga palju: kõwa maakera koor seisab koos peaasjalikult ränikahelishapendist ja silikaatidest.

Nii on graniidis kolm mineraali: kwarts, põllupagu ja säde, mis oma korda kõik on räni ühendused.

Segame potast puhta walge liiwaga (peab õõruma wäga peeneks) ja kuumutame platiin ehk portsellaan tiiglis mõne tunni jooksul. Sünnib klaasitaoline keha:

$$K_2CO_3 + SiO_2 = K_2SiO_3 + CO_2$$
Potas. Ränimuld. Wesiklaas. Süsihapugaas

Wesiklaas on kaaliumsilikaat. Wedel keha, mis tehnikas tarwitatakse tulekindla riide ja täidetud seepide walmistamisel.

Sawi. Sawi on alumiiniumsilikaat, mis on sündinud põllupaost mäetõugude murenemise tagajärjel.

Karborundum. Kwartsi, koksi ja keedusoola segu sulaneb elektriahjus ränikarbiidiks, CSi. Kõwaduse tõttu tarwitatakse karborundumi metallide poleerimisel ja teritamisel.

$$SiO_2 + 3C = CSi + 2CO$$
Ränimuld. Süsinik. Ränikarbiid. Süsinikhapend.

Süsiniku grupp. Süsiniku grupi sünnitawad: süsinik, räni ja mõned harwa leiduwad elemendid, nende hulgas toorium ja tseerium. Nende elementide kõrgem walents on neli.

Nimetatud elementide juures muutuwad omadused astmeliselt aatomikaalu tõusuga. Aatomikaalu suurenemisega element läheneb metallidele.

Toorium ja tseerium on peaaegu täiesti metalli omadustega.

Süsinik on orgaanilise elu alus, kuna räni etendab tähtsat osa mitteorgaanilises looduses.

32. Boor.

Boron, B=11,0.

Leidumus ja omadused. Boori ei leidu looduses sidumata, waid boorhappes, H_3BO_3, ja selle soolades.

Boorhapet leidub weeaurus, mis mõnes kohas maa seest wälja tuleb (Toskaanas fumaroolid).

Boor saadakse sulandatud boorhappest magneesiumi abil. Boor on pruun pulber. Kui boorkolmelishapendit alumiiniumiga taandada, siis saadakse boori kristallid, mis kõwaduse ja läike poolest teemanti sarnased. Nad ei sulane isegi paukgaasi leegis.

Ühendused Boorhape, H_3BO_3, on walge lehtkristall aine, perlmutri läikega. Saadakse weeaurust Toskaanas. Soojas wees ja alkoholis sulab kergesti. Tarwitatakse desinfitseerimise otstarbel arstiteaduses.

Tähtsam boorhappe sool on booraks, $Na_2B_4O_7 . 10H_2O$.

Sulatame soendades 20 *g* kristall booraksit 100 *ccm* wees ja lisame juure 10 *ccm* kontsentreeritud soolhapet. Jahtudes boorhape kristalliseerub wälja.

Sulatame alkoholis (10 *ccm*) kristallikese boorhapet ja süütame sulatise põlema. Leek on roheline.

Boor on kolme wäärine element. Ta moodustab alumiiniumiga ja m. haruldaste elementidega ühise boorigrupi.

33. Sulatised. Elektrolüüs.

Sulatiste iseloom. Sulatised (lahud) lähewad mitmeti lahku niihästi keemilistest ühendustest kui ka mehaanilistest segudest. Mitmed kõwad kehad ei ühine otsekohe üksteisega, sulatistes aga sünnitawad ühendusi.

Kõwa keha wõib olla sulatises kaaluwas (suspendeeritud) ehk sulatatud olekus. Niisama ka wedelik wõib olla sulatatud olekus ehk suspendeeritud (emulsioon, piim). Kaaluwad kehad lahkuwad mõne aja seismise järele wedelikust, milles nad ujuwad: nad sadenewad põhja wõi tõusewad pinnale. Ainult sel juhtumisel, kui emulsioonis suspendeeritud keha on õige wäikestes osades, ei saa teda isegi lahutada filtreerimisega (sarnased on n.n. kolloiid sulatised).

Sulatame wees tükikese mangaanhapukaaliumi. Wäikene kristallikene wärwib 1—20 *l* wett ühesuguseks punaseks wedelikuks.

Sulatise tundemärgid on: sademe puudus, homogeensus ja õige wäikestesse osakestesse jagunemine.

Sulawad kõwad kehad wedelikkudes (sool — wees), wedelikud wedelikkuges (alkohol — wees) ja kõwad kehad kõwades (kõwad sulatised, mis saadakse metallide sulandamisel); niisama sulawad gaasid wedelikkudes ja kõwades kehades (absorbtsioon).

Sulamise piirid. Katsed tõendawad, et üks keha teises wõib sulada piiratud hulgal ehk ka piiramatu.

Wõtame 100 *ccm* wett ja sulatame selles 30 *g* keedusoola. Sool sulab täiesti. Lisame soola gramm haawal juure. Uued lisandused sulawad kunni 40 *g*. Kui ka sulatist soendada kunni 100°, ei sula selles üle 40 *g* keedusoola ära.

Wõtame ja kordame seda katset 100 *ccm* weega ja kaaliumi salpeetriga. 28° juures sulab 40 *g* kergesti ära. Salpeetrit juure lisades ja segu soendades, näeme, et kunni 114° peaaegu 280 *g* wõib sulatada. Kui seda sulatist jahutada, siis langewad kristallid põhja ja wähe sulatist jääb neile peale. Küllastatud sulatist, millest aine kristalliseerunud, nimetatakse emasulatiseks.

Kui walada wette ükskõik kui palju alkoholi, see sulab kõik ära.

Henry seadus. Gaaside sulawus wedelikus on muutlik; ta oleneb rõhumisest. Gaasi sulawus tõuseb rõhumisega *Henry* seaduse järele:

Gaasi sulawus on otsekoheses proportsioonis rõhumisele.

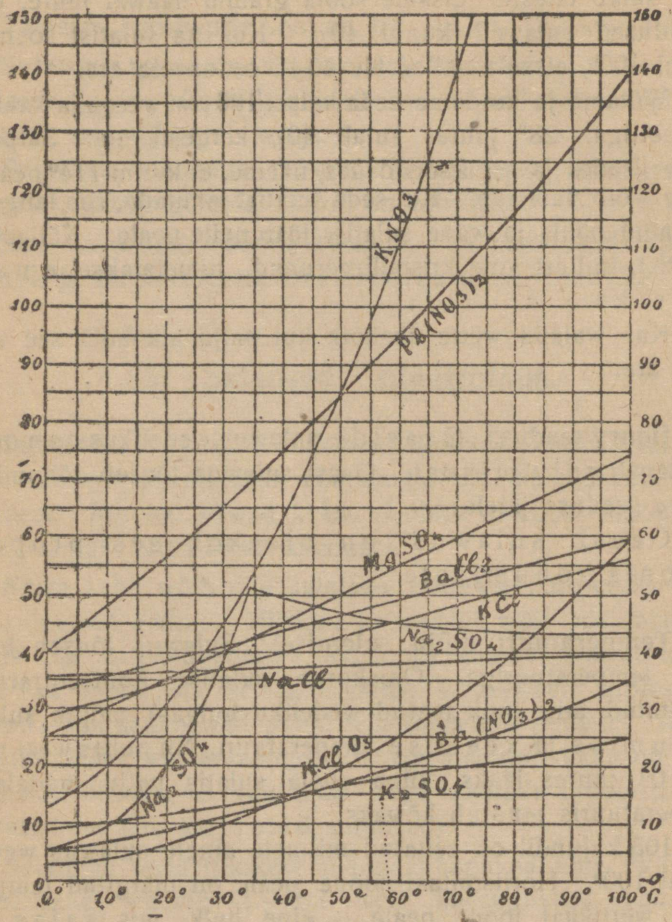
Temperatuuri mõju sulamisel. Sulawus tõuseb harilikult temperatuuriga. Omakorda sulatise kontsentratsioon (sulatatud aine hulk teatud wedeliku hulgas) mõjub sulatise angumise ja keemise temperatuuri. Nii puhas wesi muutub 0° juures jääks, kuna soola sulatis palju madalamas temperatuuris muutub kõwaks.

105 kujundil on esitatud mitmete ainete sulawus wees 0° kunni 100°. Horitsontaal joone peale on märgitud temperatuur, wertikaal joone peale — aine hulk, mis sajas wee osas sulab. Tabel näitab kujukalt kõwerjoontega soolade sulamise muutlikust.

Nii on näha, et glauberisoola, Na_2SO_4, sulawus tõuseb 0° kunni 38°; kõrgemas temperatuuris langeb sulawus. Kaalisalpeetri, KNO_3, sulawus tõuseb kiiresti ühes temperatuuriga.

Sulamise juures wõib eralduda soojus wõi tarwitatakse soojust.

105. kujund.



Soolade sulawuse kôwerjooned.

$KClO_3$ — Bertholleti sool, $Ba(NO_3)_2$ — lämmastikhapubaarium, K_2SO_4 — wääwelhapukaalium, N_2SO_4 — glaubersool, NaCl — keedusool, KCl — kloorkaalium, $BaCl_2$ — kloorbaarium, $MgSO_4$ — wääwelhapumagneesium, $Pb(NO_3)_2$ — lämmastikhaputina, KNO_3 — kaalisalpeeter.

Alkohol sulab wees soojuse eraldumisega; niisama ka wääwelhape, soolhape, söötnaatron, sooda ja t.

Soojuse tarwitamisega sulawad: keedusool, salmiak ja t.

Radikaalid. Wesiniku saamise juures sündis järgmine reaktsioon:

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + 2H$$

Tsink. Wääwelhape. Tsingiwitriol. Wesinik.

Sellest ekwatsioonist näeme, et elementide grupp SO_4 ilma muutuseta tsingiga ühineb. Et kahe aatomi wesiniku ja niisama ühe tsingi aatomi sidumiseks on waja kaks jõudu, siis järeldame sellest, et grupp SO_4 on terwikus kahe walentne.

Grupp SO_4 tuleb ette mitmes ühenduses: $CuSO_4$, Ag_2SO_4, $MgSO_4$, $Al(SO_4)_3$, kus ta igalpool on kahe walentne.

On olemas weel teisi sarnaseid gruppe, mis esinewad ühendustes. CO_3, H_2CO_3, Na_2CO_3, K_2CO_3; OH (hüdroksüül grupp): NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$ jne.

Elementide grupid, mis esinewad ühendustes ja keemilistes reaktsioonides lagumata lähewad ühest ühendusest teise, nimetatakse radikaalideks.

Radikaalid, mis hapetesse jääwad pärast wesiniku wäljatõrjumist, nimetatakse happejäägiks; nende järele tunneme ka soolasid, sest soolades esineb ikka happejääk:

wääwelhape	H_2SO_4,	happejääk	SO_4
soolhape	HCl	„	Cl
lämmastikhape	HNO_3	„	NO_3
süsihape	H_2CO_3	„	CO_3
fosforhape	H_3PO_4	„	PO_4
ränihape	H_2SiO_3	„	SiO_3

Nende järele on soolad: wääwelhapunaatrium ehk naatriumsulfaat, Na_2SO_4; süsihapunaatrium ehk naatriumkarbonaat, Na_2CO_3; kloornaatrium, NaCl; lämmastikhapunaatrium ehk naatriumnitraat, $NaNO_3$; fosforhapunaatrium ehk naatriumfosfaat, Na_3PO_4; ränihapunaatrium ehk naatriumsilikaat, Na_2SiO_3.

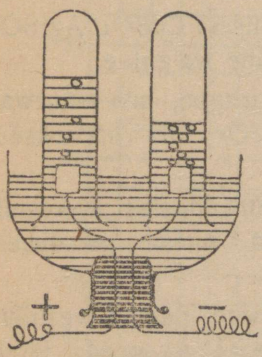
Ioonide teooria. Hapete, aluste ja soolade omadused muutuwad wesisulatistes. Nii ei ühine soolaks happed alus-

tega kuiwalt, küll aga wesisulatistes. Niisama esinewad iseloomulikult happelised ja aluslised omadused ainult wesisulatistes.

Neist ja teistest nähtustest peame oletama, et wesi hapete, aluste ja soolade peale isesugust mõju awaldab.

Rahuldawa seletusega hapete ja aluste omaduste kohta wesisulatistes esines *Arrhenius* (1887 a.); ta wäljendas hüpoteesi, et nimetatud keemilised kehad on lagunenud wesisulatistes wäikestesse osadesse, mis ta iooni deks (= rändajad) nimetas.

106. kujund.



Wee elektrolüüs.

Gaasilises ja kõwas olekus alused, happed ja soolad seisawad koos molekulidest; wesisulatistes osa nende kehade molekule lagunewad kahte ossa, milledes üks wõi rohkem elemente sünnitawad iooni.

Elektrolüüs. Elektriwoolu mõjul wõib ioonisid lahutada. Kui läbi happe, soola wõi aluse sulatise juhtida elektriwool, siis ioonid lahkuwad: üks osa kogub anoodi (+), teine katoodi (—) juure.

Hapustatud wee lahutamisel kogus wesinik katoodi, hapnik anoodi juure (106 kujund).

Niisama laguneb soolhape elektriwoolu mõjul wesinikuks ja klooriks. Soolad lagunewad neil tingimustel metallideks ja hapnikuks jne.

Arrheniuse hüpoteesi järele seda nähtust wõib nii seletada.

Keha, mis elektriwoolu mõjul laguneb wesisulatises, on osandatud joonidesse. Ühed neist joonidest on laetud jaatawa (+), teised — eitawa (—) elektriga.

Füüsikast teame, et lahknimelised laengud tõmbuwad wastastikku, ühenimelised — tõukawad.

Tawalistel tingimustel hoiawad ioonid endid koos, sest et nad laetud lahknimeliste laengutega. Kui aga elektriwool juhitakse läbi sulatise, siis ioonid lahkuwad üksteisest: need,

mis laetud jaatawa (+) elektriga, rändawad katoodi (—) poole; eitawa elektriga (—) laetud ioonid rändawad anoodi (+) juure.

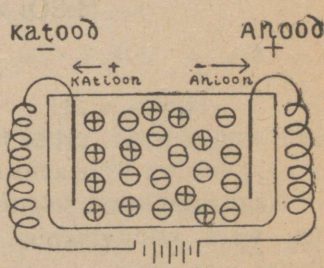
Nii sünnib elektriwool sulatises (107 kujund).

Sulatist, mis elektriwoolu sel teel juhib, nimetatakse **elektrolüüdiks**, ja ioonide rändamist ja ainete lagumist, mis elektriwool toetab, elektrolüüdiliseks dissotsiatsiooniks (osandumiseks) ehk elektrolüüsiks.

Ioonid mis laetud jaatawa elektriga ja rändawad katoodi poole, nimetatakse **katioonideks**; ioonid, mis laetud eitawa elektriga ja rändawad anoodi poole — **anioonideks**.

Katioonid märgitakse + wõi ·; anioonid märgitakse — wõi ′: K+, Na+, Cl—, NO_3—, wõi Na·, OH′ jne.

107. kujund.



Elektrolüüs.

Katioonid koguwad katoodi juure, anioonid — anoodi juure.

Hapetes on katioon wesinik, anioon — häppejääk; alustes on katioon — metall, anioon — hüdroksüülgrupp, OH; soolades on katioon metall ja anioon happejääk.

Näitused:

lämmastikhape, HNO_3 = katioon H· anioon NO_3′
naatriumhüdroksüüd, NaOH = „ Na· „ OH′
lämmastikhapukaalium, KNO_3 = „ K· „ NO_3′

Elektrilaengu hulk märgitakse punktide ja kommade arwuga.

See juures loetakse wesiniku aatomi laeng üheks:

I) wääwelhapuwask, $CuSO_4$ = katioon Cu″, anioon SO_4″
II) wääwelhape, H_2SO_4 = „ 2 H· „ SO_4″

Mitte kõik keemilised ühendused ei ole elektrolüüdid.

Wääwelhappe elektrolüüs. Puhas wesi ei juhi elektrit, sellepärast tuleb teda hapustada wääwelhappega. Wääwelhape laguneb wees ioonidesse: 2H· ja SO_4″. Elektriwoolu

mõjul rändawad wesiniku ioonid katoodi juure, kus nad laengust wabanedes gaasiliseks wesinikuks muutuwad. Happejäägi ioonid, SO_4, annawad oma laengu anoodile ära. Kuid radikaal SO_4 ei esine iseseiswalt, waid ta ühineb sündimise momendil sulatise wee wesinikuga uuesti wääwelhappeks, ja weest wabanew hapnik kogub anoodi juure. Nii kogunewad wääwelhappega hapustatud wee elektrolüüsis wesinik katoodi juure ja hapnik anoodi juure.

Neid reaktsioone wõib nii kujutada:

$$H_2SO_4 = \underset{\text{Katood.}}{2H^{\cdot}} + \underset{\text{Anood.}}{SO_4''}$$

ehk:

$$H_2SO_4 = 2H^{\cdot} + SO_4''$$

$$\underset{\text{Katood.}}{2H = H_2} \quad | \quad \underset{\text{Anood.}}{SO_4 + H_2O = H_2SO_4 + O}$$

Nagu seletusest selgub, ei sünni siin mitte wee elektrolüüs, waid wääwelhappe elektrolüüs ja happejäägi mõju sulatise wee peale.

Söötnaatroni elektrolüüs. Kui elektriwool juhtida läbi söötnaatroni sulatise, siis peaks katoodi juure koguma naatrium ja anoodi juure wesijääk, OH (hüdroksüülgrupp):

$$NaOH = \underset{\text{Katood.}}{Na^{\cdot}} + \underset{\text{Anood.}}{OH'}$$

Elektrolüüsil saame aga katoodi juures wesiniku ja anoodi juures hapniku. Seda nähtust tuleb nii seletada.

1. Elektriwoolust wabanenud naatriumi ioon lahutab katoodi juures wee wesinikuks ja wesijäägiks:; wesinik lendub, kuna naatrium wesijäägiga sünnitab uuesti söötnaatroni:

$$\text{I.}\quad 2Na + 2H_2O = 2NaOH + 2H$$

2. Elektriwoolust wabanenud kaks*) wesijääki, 2OH, sünnitawad anoodi juures wee ja wabastawad hapniku:

$$\text{II.}\quad 2OH = H_2O + O$$

Nii sünniwad siis söötnaatroni elektrolüüsis järgmised kolm reaktsiooni:

$$\text{I.}\ 2NaOH = 2Na^{\cdot} + 2OH'$$

$$\underset{\text{Katood.}}{\text{II.}\ 2Na + 2H_2O = 2NaOH + 2H} \quad | \quad \underset{\text{Anood.}}{\text{III.}\ 2OH + H_2O = O}$$

*) Sellepärast pidi ka katoodi juures waatlema kaht naatriumi iooni

Wasewitrioli elektrolüüs. Elektriwoolu juhtimisel läbi wasewitrioli sulatise wask rändab katoodi juure, kus ta ka iseseiswalt metallina eraneb. Happejääk, SO_4, eraneb anoodi juures, kuid et ta iseseiswalt ei püsi, siis ühineb ta eraldumise momendil sulatise wee wesinikuga wääwelhappeks, ja hapnik wabaneb anoodi juures.

Sünniwad järgmised kaks reaktsiooni:

1. $CuSO_4 = \underset{\text{Katood.}}{Cu} + \underset{\text{Anood.}}{SO_4}$

2. $SO_4 + H_2O = H_2SO_4 + O$

Happelised ja aluslised omadused. Happe omadused, nagu lakmuse wärwi muutus jne. olenewad ioonist $H^{\cdot}$, kui sulatises dissotsiatsiioon (osandumine) on sündinud.

Sellest oleneb ka happe kangus: mida suuremal ulatusel on sündinud osandumine, seda kangem on hape. Kanged happed on: lämmastik-, sool- ja wääwelhape; nõrgad: fosfor-, süsi- ja ränihape.

Hapeteks wõib nimetada eletrolüütisid, mis sisaldawad wesiniku ioonisid.

Aluste leelislised omadused olenewad wesijäägist, OH': mida suurem on osandumine, seda kangem on leelis.

Kanged leelised on: leelis- ja leelismuld metallide, K, Na, Ca, Sr, Ba, alused; nõrgad on teiste metallide hüdroksüüdid.

D. Metallid.

34. Metallide üldised omadused.

Elementide liigitamine. Kõige selgemini esineb elementide happeline ja alusline iseloom. On olemas elemente, millede ühendused hapnikuga ja wesinikuga on alusliste omadustega, kui ka elemente, millede wastawad ühendused on happeliste omadustega.

Selle järele siis elemente wõib jagada kahte rühma:

1. happeid sünnitawad ja
2. aluseid sünnitawad elemendid.

Wiimaseid elemente nimetatakse ka **metallideks;** happeid sünnitawad elemente — **mittemetallideks.**

On olemas mõned elemendid, mis wahepealsed. Nii on antimoon wälimustelt kui ka keemilistelt omadustelt metalli sarnane; niisama ka wismut. Metallitaolisi mittemetalle nimetatakse ka metalloidideks.

Aluseid sünnitawaid elemente on arwu poolest rohkem: 80-st tuntud elemendist on 50 metallid, ülejäänud — mittemetallid.

Metalli omadused. Metallide füüsikalised omadused, millede poolest nad mittemetallidest lahku lähewad, on järgmised. Neil on iseloomulik metallläik, nad juhiwad hästi soojust, elektrit; nad on taotatawad ja wenitatawad. Ka mõnedel mittemetallidel on need omadused; nii on joodil ja grafiidil metallläik ja retortsüsi juhib hästi elektrit.

Metallid on läbipaistmatud. Ainult õhukesed metallilehed (kulla ja hõbeda) lasewad nõrgalt walguse kiiri läbi.

Metallid on peale elawhõbeda kõik kõwad kehad, mis kõrges temperatuuris sulanewad.

Walguse kiirte wärwi järele wõib otsustada metallide temperatuuri kõrgust.

Raua juures algaw puna on 525°, tumepuna 700°, kollakaspuna 1100°, algaw walge 1300°, walge kuumus — 1500°.

Metallide elektro-keemiliste omaduste hulka kuulub see, et ainult nemad sulatistes katioonidena katoodi poole rändawad. Mittemetallid wõiwad ainult ühendustes teiste elementidega katioone sünnitada (NH_4, ammoniumi). Anioonisid sünnitawad mittemetallid ja mõned metallid, ühendustes teiste elementidega.

Gaasilises olekus ja sulandites on metallid ühe aatomilised.

Metallide jaotus. Erikaalu järele metallid jagunewad kahte liiki: **kerged metallid,** millede erikaal alla 5,0, ja ras-

ked metallid, millede erikaal üle 5,0. Ehk see jaotus paistab olewat küll juhuslik, siiski näitab ka metallide keemilisi omadusi.

Kergetel metallidel on suur sugulus hapnikuga ja nende hapendid on püsiwad; rasketes metallides nimetatud omadused on esitatud nõrgemalt.

Kerged metallid:

	Aatomikaal.	Erikaal.	Sulan. punkt	Keemise punkt.	Walents.
Liitium, Li	6,94	0,53	180°	1400°	I
Kaalium, K	39,10	0,86	63°	758°	I
Naatrium, Na	23,00	0,97	97°	742°	I
Kaltsium, Ca	40,07	1,52	780°	—	II
Magneesium, Mg	24,32	1,75	633°	1100°	II
Alumiinium, Al	27,1	2,58	657°	1800°	III
Baarium, Ba	137,37	3,75	850°	—	II

Rasked metallid:

	Aatomikaal	Erikaal.	Sulan. punkt.	Keemise punkt.	Walents.
Tsink, Zn	65,37	7,15	419°	929°	II
Inglistina, Sn	118,7	7,29	232°	2270°	II, IV
Mangaan, Mn	54,93	7,4	1245°	ca.2000°	II, VII
Raud, Fe	55,84	7,86	1530°	2450°	II, III
Kadmium, Cd	112,40	8,6	321°	778°	II
Nikkel, Ni	58,68	8,9	1484°	—	II
Wask, Cu	63,57	8,93	1084°	2310°	I, II
Hõbe, Ag	107,88	10,5	961°	1955°	I
Tina, Pb	207,20	11,34	327°	1525°	II, IV
Elawhõbe, Hg	200,6	13,60	388°	357°	I, II
Kuld, Au	197,2	19,3	1064°	ca.2530°	I, III
Platiin, Pt	195,2	21,48	1780°	—	II, IV
Osmium, Os	190,9	22,48	2500°	—	VIII

Püsiwmetallideks nimetatakse neid, mis milgi tingimisel ei tõrju weest hapnikku wälja. Nende oksüüdid laguwad juba kuumutamisel.

Kõike metalle wõib järgmistesse gruppidesse mahutada:

I. Kerged metallid.

1. Leelismetallid: Kaalium, naatrium (ammoonium).
2. Leelismuldmetallid: Kaalium, strontsium baarium, magneesium, raadium.
3. Muldmetallid: Alumiinium.

II. Rasked metallid.

4. Tsingigrupp: tsink, kaadmium.
5. Rauagrupp: raud, koobalt, nikkel.
6. Mangaanigrupp: mangaan.
7. Kroomigrupp: kroom, wolfraam, ur[illegible].
8. Tinagrupp: tina, inglistina.
9. Poolpüsiwmetallid: wask, elawhõbe.
10. Püsiwmetallid: hõbe, kuld, platiin.

Küsimused. Missugustel metallidel on magneedilised omadused? — Kas wõib ainult metallläigi järele elementi tunda? —

35. Kaalium.

Kaalium, K = 39,10.

Leidumus. Kaaliumi leidub ainult seotud kujul looduses kaunis rohkesti. Teda on mitmesugustes silikaatides, peaasjalikult põllupaos ja wilgukiwis. Wiimaste lagumisel kaalium satub põllupinda, sealt taimedesse ja loomadesse. Taimedele on kaaliumi soolad tingimata tarwilikud, — seks otstarbeks wäetatakse põldusid kunstrammuga. Kaaliumi ühendusi leidub ka meriwees ja kiwisoola kaewandustes (Straszfurdis, pealmised kihid sisaldawad karnalliiti, $MgCl_2 + KCl + 6H_2O$).

Saamine. Kaaliumi saadakse elektrolüüsi teel kaaliumi ühendustest. Esimesena sai kaaliumi *Davy* (1807 a.) kaa-

liumhüdroksüüdist, KOH. Wiimasel ajal saadakse kaaliumi kaaliumkarbonaadist kuumutamisel sütega:

$$K_2 + 2C = 2K + 3CO$$

Kaaliumkarbonaat. Süsinik. Kaalium. Süsihapend.

Omadused Kaalium on walge, hõbeläikega metall, hapendub kiiresti õhus. Teda peab säilitama petroleumis. Kaalium on ühe aatomiline element. Kui wisata wette tükike kaaliumi, siis lahutab ta energiliselt wee, kus juures eralduw wesinik plahwatab põlema:

$$2K + 2H_2O = 2KOH + H_2$$

Kaalium. Wesi. Kaaliumhüdroksüüd. Wesinik.

Katsega peab olema ettewaatlik: kaalium keeratagu filtreerimisepaberi tükikesse ja anum kaetagu pealt kergelt paberi lehega kinni.

Erikaal = 0,875 (13° juures), sulaneb 62,5°, keeb 758° juures.

Kaalium ja tema ühendused wärwiwad leegi sinilillaks (wiolett).

Kaaliumi ühendused. — **Kaaliumwesihapend**, KOH (söötkaali, kaaliumhüdraat). On walge, kristallaine; müüakse pulgakestena. Kesendab happeid ja sünnitab soolasid:

$$KOH + HCl = KCL + H_2O$$

Söötkaali. Soolhape. Kloorkaalium. Wesi.

Söötkaalit tarwitatakse pehme (rohelise) seebi ja sulawa klaasi keetmisel.

Söötkaali mõjul laguwad orgaanilised ained.

Õhus mureneb, imades süsihapugaasi, CO_2:

$$2\,KOH + CO_2 = K_2CO_3 + H_2O$$

Söötkaali. Süsihapugaas. Potas. Wesi.

Söötkaali on üks kangematest alustest.

Kloorkaalium, KCl *(Kalium chloratum)* leidub looduses sülwiinina. Tarwitatakse Bertholleti soola ja kaaliumi salpeetri walmistamisel. Teda on ka meriwees. Kloorkaa-

liumiga ehk kaaliumkloriidiga on sarnased j o o d k a a l i u m, JK, mis esineb mitmes meritaimes. Kaaliumkloriidi juuresolekul j o o d sulab ka wees. B r o o m k a a l i u m, KBr, tarwitatakse arstiteaduses närwide rahustajana.

Kahelisüsihapukaalium, K_2CO_3, kaaliumkarbonaat, potas, on taimede tuhas peaaineks. Tema saamiseks põletati mitmesuguste taimede osad pottides tuhaks. Tuhk sulatati wees, millest saawutati potast aurutamise teel (*Pottasche*). Niisama saadakse potas ka lambawilla higist ja m. ainetest.

Praegusel ajal saadakse suurem osa potast *Leblanc*'i metoodi järele kloorkaaliumist.

Potas on walge aine. Sulab kergesti wees. Tarwitatakse pehme, rohelise seebi walmistamisel ja kristall-klaasi keetmisel.

Wõtame klaasitäie puutuhka ja sulatame wees. Sulatisel on leelise omadused, — wärwib punase lakmuše paberi siniseks.

Aurutamisel saame walge aine — potase.

Kaaliumi salpeeter, KNO_3, kaaliumnitraat, saadakse tschiilisalpeetrist kloorkaaliumi mõjul:

$$Na|NO_3 + K|Cl = KNO_3 + NaCl$$

Tschiilisalpeeter. Kloorkaalium. Kaaliumi salpeeter. Keedusool.

Selle küllastatud segu aurutamisel kristalliseerub NaCl, kuna KNO_3 sulatisesse jääb.

Wõtame 20 *g* naatriumi salpeetrit, 18 *g* kloorkaaliumi ja 50 *g* keewa wett: mõne minuti keemise järele keedusool langeb põhja, kuna nõrutatud sulatises kristalliseerub kaaliumi salpeeter.

Kaaliumnitraadi kristallid on rombilised prismid, kuna naatriumnitraadi kristallid on kuubid. Teda sulab soojas wees rohkem kui külmas. Maik on soolane. Kuumutades ta sulaneb ja siis annab kergesti oma hapniku põlewatele kehadele. Hõõguw süsi ja wääwel põlewad suure leegiga sulandatud salpeetris. Kaaliumi salpeetrit tarwitatakse ühes keedusoolaga liha soolamisel, tulestikus ja musta püssirohu walmistamiseks.

Must (suitsew) püssirohi on 75% KNO_3, 12% S ja 13% puusüsi m e h a a n i l i n e s e g u. Wabalt õhus kuumutades püssi-

rohi põleb 270° juures ilma plahwatuseta. Sündiwate gaaside maht on rohkem kui tuhat kord püssirohu wõetud pulbrist suurem, iseäranis weel siis, kui plahwatuse temperatuur tõuseb 1800° — 2200°. Kui põlemine sünnib kinnises torus, siis tekib kiiresti gaas, mis on plahwatuse põhjuseks. Plahwatus sünnib umbes järgmise ekwatsiooni järele:

$$2KNO_3 + C + S = K_2SO_4 + CO_2 + 2N$$

Kaaliumi salpeeter. Süsi. Wääwel. Kaaliumsulfaat. Süsihapugaas. Lämmastik.

Sündinud reaktsioon on aga tõepoolest palju keerulisem. Siin on segatud ained wõetud järgmiselt:

Salpeetrit,	$2KNO_3$	74,83 osa
Puusütt,	3C	13,31 „
Wääwlit,	S	11,86 „
		100,00 osa

Püssirohtu walmistatakse mitmes riigis eri koosseisuga. 2200° juures wõrdub püssirohu gaasi surumine 6400 atm.

Kloorhapukaalium, $KClO_3$, Berthollet'i sool, kaaliumkloraat (*Kalium chloricum*) on kristallaine. Tarwitatakse tuletikkude walmistamisel, hapniku saamisel ja arstiteaduses antiseptilisena wahendina. Mürgine. Wääwli ja Bertholleti soola segu plahwatab kõwast löögist.

Tikkude pead on Bertholleti soola ja wääwelantimooni segust walmistatud, mis kleepiwa ainega tikkude külge kinnitatud. Tooside külgedele on määritud kleepiwa ainega punane fosfor klaaspuru seguga.

Õõrumisel süttib fosfor Bertholleti soola hapniku mõjul põlema, mis ka tiku põlema sütitab.

Kaaliumi soolasid tarwitatakse wäetisainena. Nende mõjul kaswawad taimed palju lopsakamalt.

Küsimused ja ülesanded. Kui palju saab söötkaalit, KOH, 90 *g* potasest, K_2CO_3, ja kui palju on selleks waja kaltsiumhüdroksüüdi, $Ca(OH)_2$? — Mitu *g* kaaliumkloraati, $KClO_3$, on waja, et temast eranewa hapnikuga 25 *g* rauda põletada rauatagiks, Fe_3O_4? — Kuida sünnib söötkaali metallkaaliumist? — Riputage salpeetrit hõõguwate süte peale. Mis sünnib? Miks? —

36. Naatrium.

Natrium, Na = 23,05.

Leidumus. Naatriumi leidub looduses wäga palju, kuid ainult seotud kujul. Nii sisaldab naatriumi keedusool, milles üle kahekolmandiku naatriumi on, mitmed mineraalweed, meriwesi, sooda, tschiili salpeeter ja t.

Saamine. Metallilist naatriumi saadakse elektrolüüsi teel sulandatud söötnaatronist:

$$NaOH = Na + OH$$

Söötnaatron. Naatrium. Hüdroksüül grupp.

Esimesena sai sel teel naatriumi *Davy* 1807 a.

Omadused. Naatrium on hõbewalge metall ja nii pehme, et teda wõib noaga lõigata. Erikaal 0,97. Sulaneb 95,6°, keeb 742° juures. Hapendub kergesti õhus, sellepärast peab naatriumi säilitama petroleumis. Naatriumi molekul seisab koos ühest aatomist. Na sulab wedelas ammoniakis.

Kui naatriumi kuumutada lusikas, siis põleb ta kollasel leegil naatriumülihapendiks, Na_2O_2

Wiskame tükikese naatriumi wette. Tükk hakkab wee pinnal kiiresti liikuma, mille juures eraldub aur. Kui sama katset nii korraldada, et naatriumi filtreerimisepaberisse keerata, siis naatrium plahwatab põlema. Eralduw aur on wesinik:

$$Na + H_2O = NaOH + H$$

Naatrium. Wesi Söötnaatron. Wesinik.

Wett punase lakmuse paberiga katsudes, näeme et ta selle siniseks wärwib. (Parem on wette punast lakmust kallata.)

NaOH on naatriumhapendi hüdraat, mis sulades wees sünnitab leelise. Naatriumhapendi hüdraati nimetatakse ka söötnaatroniks, sulatist — naatroni leeliseks.

Söötnaatroni tarwitatakse tehnikas mitmeks otstarbeks. Müügile läheb harilikult walgete pulgakestena. Söötnaatroni tarwitatakse ka kõwa seebi keetmisel. (Seebikiwi, kaustiline sooda.)

37. Naatriumi ühendused.

Kloornaatrium, NaCl, keedusool. Keedusoola leidub looduses wäga palju, kõige rohkem meres, kus teda on sulatatud keskmiselt 3,5%.

Meriwesi sisaldab peale keedusoola ka muid aineid. Keskmiselt on 1000 jaos meriwees:

10,68 j. naatriumi	19,40 j. kloori
1,33 „ magneesiumi	2,68 „ wääwli ühend., SO_4
0,42 „ kaltsiumi	0,066 „ süsiniku ühend., CO_3
0,38 „ kaaliumi	0,044 „ broomi.

Kiwisoolana leidub kloornaatriumi soola lademetes mitmel pool: Saksamaal (Straszfurtis ja m.), Galiitsias (Wieliczka), Hispaanias (Cardova), Kaukaasias, Wenemaal (Orenburgi ja Jekaterinoslaawi kub.), Kalifornias j. m.

Kiwisoola lademed on tekkinud arwatawasti kinniste merede põhjas: wesi auras, kuna wees sulatatud soolad põhja sadenesid. Kiwisoola lademetes leidub peale kloornaatriumi ka muid ühendusi (kaaliumi ja magneesiumi soolasid, gipsi ja t.).

Kiwisool läheb keemilises tööstuses naatriumi ja kloori ühenduste saamiseks; iseäranis walmistatakse temast glauberi soola, soodat, soolhapet ja n. e.

Suurem jagu söögiks tarwitatawat soola saadakse merede ja soolaste järwede weest aurutamisega.

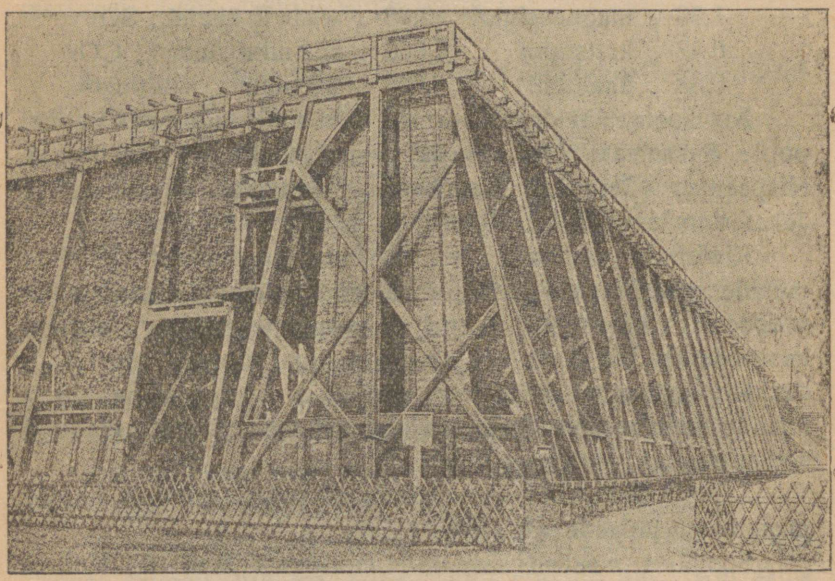
Soojades maades saadakse meriweest sool sel teel, et meriwesi juhitakse madalatesse loikudesse, kus päikese soojuse tõttu wesi aurab ja sadeneb peaaegu puhas sool. Külmas kliimas saadakse soola külmetamisel: mage wesi külmab jääks, kuna soola küllastatud sulatisest sool wälja aurutatakse. Mitmel pool on tarwitusel ka gradiirid (108 kujund). Gradiirid on 1—2 *m* laiad, kunni 10 *m* kõrged ja isegi kunni 1 *km* pikad haowirnad. Soolane wesi pumbatakse üles, kus ta üle rennide äärte hagude peale pritsib. Gips ja lubi jääwad koorena hagude külge, wesi aurab kiiremini ja küllastatud soola sulatis, mis gradiiride alla walgub, aurutatakse lõpulikult tulel.

Omadused. Sool sulab peaaegu ühesuguselt nii külmas kui ka soojas wees. Toa temperatuuris sulaneb 100 *g* wees

peaaegu 36 *g* soola. Sool takistab mädanemist ja sellepärast tarwitatakse teda liha, kalade ja m. soolamiseks.

Inimesele on keedusool wäga tarwilik: ta on tarwilik maomahla saamisel, leidub inimese ja ka loomade weres ja lihas. Taimed ei tarwitse keedusoola, suuremal määral ta on isegi neile kahjulik.

108. kujund.



Grádiir.

Söögiks tarwitataw sool peab olema puhastatud kloormagneesiumist; wiimane annab soolale hügroskoobilised omadused.

Sool sulaneb 820° C juures.

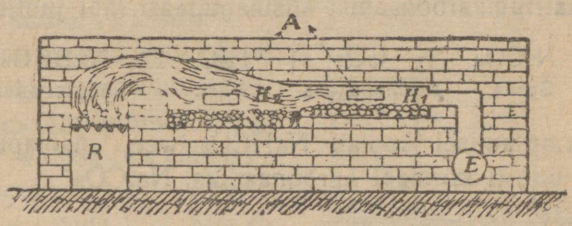
Kristalliseerimine. Kui soola sulatist aurutada, siis langewad põhja soola kristallid. Ülejäänud sulatises, mida nimetatakse emasulatiseks, on ka weel muud ained. Kui sulatise auramine sünnib pikkamööda, siis tekiwad kristallidest püramiidid. Soola kristallid on kuubid.

Süsinaatriumi sool, $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$, süsihapunaatrium, sooda — on peale keedusoola kõige tähtsam naatriumi ühendus. Teda leidub Egüptuse järwedes, Kaspia meres, Mehikos, Kalifornias ja m.

Juba wanal ajal tarwitati soodat seebikeetmisel ja pärast klaasiwalmistamisel. Toodi soodat Egüptusest wõi saadi meretaimede tuhast. 1791 a. walmistas *Leblanc* soodat keedusoolast. *Leblanc*'i järele walmistatakse soodat järgmiselt: kõige pealt soendatakse keedusoola kange wääwelhappega; selle juures saadakse naatriumsulfaat ja soolhape:

$$\underset{\text{Keedusool.}}{2NaCl} + \underset{\text{Wääwelhape.}}{H_2SO_4} = \underset{\text{Naatriumsulfaat.}}{Na_2SO_4} + \underset{\text{Soolhape.}}{2HCl}$$

109. kujund.



Leekahi sooda saamiseks.

Sulfaat segatakse peenikese söepuru ja lubjaga ja kuumutatakse leekahjus (109 kujund).

$$\text{II. } \underset{\text{Naatriumsulfaat.}}{Na_2SO_4} + \underset{\text{Süsi.}}{2C} = \underset{\text{Süsihapugaas.}}{2CO_2} + \underset{\text{Wääwlisnaatrium.}}{Na_2S}$$

$$\text{III. } \underset{\text{Wääwlisnaatrium.}}{Na_2S} + \underset{\text{Lubi.}}{CaCO_3} = \underset{\text{Sooda.}}{Na_2CO_3} + \underset{\text{Wääwliskaltsium}}{CaS}$$

Saadud segu leotakse wees, milles sooda sulab. Sulatisest saadakse sooda kristalliseerimise teel kätte.

Wiimasel ajal saadakse sooda *Solvay* wiisi järele (1865 a.). Keedusoola sulatisse juhitakse ammoniak ja pärast seda kõrge rõhumise all küllastatakse süsihapugaasiga:

$$\underset{\text{Keedusool.}}{NaCl} + \underset{\text{Ammooniumkarbonaat.}}{(NH_4)HCO_3} = \underset{\text{Kahelissüsihapunaatrium.}}{NaHCO_3} + \underset{\text{Ammooniumkloriid.}}{NH_4Cl}$$

Kahelissüsihapunaatriumist saadakse juba sooda.

Sooda kristalliseerub prismidena, milles 63% kristallwett: $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$. Niiskes õhus mureneb kristallsooda.

Kui kristallsoodat, $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$, soendada kunni 60° C, siis saadakse weewaesem sooda, $Na_2CO_3 \cdot H_2O$. Wiimasest saadakse kõrge kuumutamise juures weeta **kaltsineeritud** sooda, Na_2CO_3.

Kahelissüsihapunaatrium, $NaHCO_3$, apteegi sooda, tarwitatakse mineraalwete walmistamisel ja arstirohuna.

Kui wõtta 10 *g* söögisoodat, 8 *g* wiinhapet, 20 *g* suhkrut ja segada korgitud pudelis weega, siis walmineb umbes 1 tunni järele kihisew jook.

Kahelissüsihapunaatrium saadakse oma kristallwees sulatatud naatriumkarbonaadist süsihapugaasi läbi juhtimisel:

$$\underset{\text{Sooda.}}{N_2CO_3} + \underset{\text{Süsihapugaas.}}{CO_2} + \underset{\text{Wesi.}}{H_4O} \leftrightarrows \underset{\text{Söögisooda.}}{NaHCO_3}$$

Kuumutamisel kaotab $NaHCO_3$ wee, süsihapugaasi ja muutub uuesti normaal karbonaadiks, Na_2CO_3.

Naatriumsulfaat, glauberi sool, Na_2SO_4 leidub mineraalwetes. Tarwitatakse klaasiwalmistamisel ja arstlisel otstarbel. Leidis arst *Glauber* 17. aastasajal.

Kuumutamisel sulaneb ta enese kristallwees.

Naatriumnitraat, $NaNO_3$, naatriumi salpeeter, tschiili salpeeter on lämmastikhappe sool.

Naatriumi salpeetrit tarwitatakse lämmastikhappe walmistamiseks:

$$\underset{\text{Naatriumi salpeeter.}}{NaNO_3} + \underset{\text{Wääwelhape.}}{H_2SO_4} = \underset{\text{Hapu naatriumsulfaat.}}{NaHSO_4} + \underset{\text{Lämmastikhape.}}{HNO_3}$$

Küsimused ja ülesanded. Kui palju *kg* on waja naatriumnitraati, et saada 50 *kg* lämmastikhapet? — Kui palju saadakse soodat 1000 *kg* keedusoolast? — Miks wärwib klaas kuumutamisel leegi kollaseks? — Miks praksub keedusool tules? —

38. Ammooniumi ühendused.

Ammoniak, NH_3, ühineb otsekohe hapetega soolasid sünnitades. Need soolad on kaaliumi sooladega sarnased ja neis on ikka olemas ammooniumi rühm NH_4 (ehk *Am*).

Ammooniumi ühendusi wõib sellest tunda, et nad sünnitawad kaaliumi ja naatriumi wesihapenditega ammoniaki, mis terawa lõhnaga ja punase lakmuse siniseks wärwib; ammoniaki ja soolhappe auru ühendusel tekib u d u.

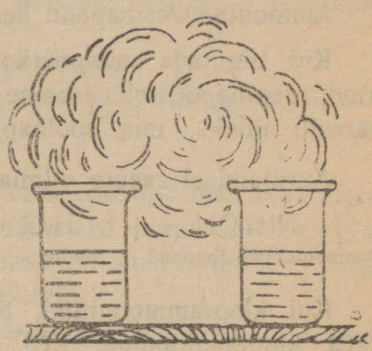
Kloorammoonium, NH_4Cl, saadakse gaasiweest. Ta on walge kristallpulber, mis kuumutamisel haihtub ilma weeldumata (sublimatsioon).

Seame kõrwuti kaks klaasi soolhappega ja ammoniakwedelikuga (110 kujund). Peagi ilmuwad walged s a l m i a k i auru pilwed:

$$NH_3 + HCl = NH_4Cl$$

Ammoniak. Kloorwesinik. Salmiak.

110. kujund.



Salmiaki aur.
Ühes anumas on soolhape, teises ammoniakwedelik.

Tarwitatakse j o o t m i s e l, sest et kuumutamisel lahkub s o o l h a p e, mis häwitab metallil olewa hapendi ja sellega paljastab puhta metalli pinna.

Soendame waselehe peal inglistina. Et wase peal on olemas waskhapend, CuO, siis ei hakka inglistina wase külge. Kui aga wase peale alguses natukene salmiaki riputada, siis jääb wase peale ingilstina kirme.

Kuumutamisel salmiak laguneb soolhapeks ja ammoniakiks; wiimased ühinewad jahutamisel uuesti salmiakiks.

Siin sünnib **pöörduw reaktsioon,** mis märgitakse järgmiselt:

$$NH_4Cl \rightleftarrows NH_3 + HCl$$

Salmiak. Ammoniak. Soolhape.

Kuumutame salmiaki katseklaasis või aurutamisekausis, mille üle on seatud lehter. Katseklaasi ilmub walgeaur, mis ülemistel külmadel seintel sublimeerub salmiakiks.

Ammoniumwesihapend, $(NH_4)HO$ on ammoniakwedelikus. Tal on aluse omadused; sellepärast nimetatakse teda ka ammoniumleeliseks, söötammooniumiks. Ammoniakwedeliku kuumutamisel laguneb ta ammoniakiks ja weeks:

$$(NH_4)HO = NH_3 + H_2O$$

Ammoniumwesihapend. Ammoniak. Wesi.

Ammoniumwesihapend kesendab happeid.

Kui tilgutada ammoniakwedelikku, mis lakmusega sinistatud, soolhapet, siis saame erapooletu wedeliku: wedelik wärwub lillaks, mis soolhappe järgmisest tilgast punastub.

Aurutamisel saame salmiaki kristallid:

$$NH_4|OH + H|Cl = NH_4|Cl + H_2O$$

Ammoniumwesihapend. Soolhape. Salmiak. Wesi.

Kui kloorammooniumi, NH_4Cl, wõrrelda keedusoolaga, NaCl, kloorkaaliumiga, KCl, siis näeme, et elementide rühm NH_4 etendab siin metallide Na ja K osa: ta tõrjub wesiniku happest wälja.

Elementide rühma, NH_4, nimetatakse **ammooniumiks.** Iseseiswalt ta ei esine. See hüpoteediline aine etendab ühendustes ühewäärise metalli osa.

Ammooniumi soolad, mis nimetatakse ka ammoniaki sooladeks, saadakse ammoniaki ja hapete ühendusel.

Ammooniumkarbonaat, $(NH_4)_2CO_3$, on walge kristallaine. Tarwitatakse nuusksoolana, sest et ta ammoniaki eraldab, ja saiade küpsetamisel („põdrasarwesool"). Wiimasel juhtutumisel tõstab eralduw süsihapugaas, CO_2, taigna üles.

Küsimused ja ülesanded. Missugused omadused on ammoniakil? — Mis otstarbeks tarwitatakse ammoniakwedelikku, nuuskpiiritust (*Liquor Ammonii caustici*)? — Mitu *g* 70% lämmastikhapet on waja, et 250 *g* 20% ammoniakwedelikku kesendada? —

Haruldased elemendid. Liitium, Li = 6,94, rubiidium, Rb = 85,45 ja tseesium, Cs = 132,81 leiduwad looduses õige harwa. Liitiumi soolasid tarwitatakse arstiteaduses. Liitiumi erik. =0,59; ta on kõige kergem metall. Looduses leidub teda liitiumkarbonaadina, Li_2CO_3 mõnedes terwiswee allikates.

Leekreaktsioon. Mõned kehad annawad leegile iseloomuliku wärwi, kui neid kuumutada.

Nii wärwib naatrium ja tema ühendused leegi kollaseks kaalium — lillaks, liitium — punaseks jne.

Kuumutame pltiintraadi silmuses soodat. Waatleme leegi wärwi.

Kordame sedasama katset potasega.

Nii wõib leegi wärwi järele otsustada, missugust ainet on wõetud kehas.

Leelismetallide ülewaade. Leelismetallid on ühewäärised. Nad on weest kergemad ja sulanewad kergesti. Leelismetallidel on suur sugulus hapnikuga. Weega ühinedes sünnitawad kangeid aluseid.

Omadused.	Liitium. Li	Naatrium. Na	Kaalium. K	Rubidium. Rb	Tseesium. Cs
Aatomikaal	6,94	23,00	39,10	85,45	132,81
Tihedus	0,53	0,97	0,86	1,52	1,88
Sulanemise t^0	179°	97,5°	62,5°	38°	28°
Leegi wärw	Purpur-punane	Kollane	Wiolett	Tume-punane	Hele-sinine.

Leelismetallide hulka arwatakse ka ammoonium, NH_4, mis küll iseseiswalt ei esine.

Nagu tabelist näha langeb sulanemise t^0 ühes aatomikaalu ja erikaalu suurenemisega.

Spektraalanalüüs. Füüsikast on teada, et klaasprismis walgusekiired murduwad, kus juures mitmesugustel kiirtel on isesuurune murduwus.

Kui mitmesuguste ainete leeki läbi prismi waadelda, siis näeme wärwilisi jooni, mis igale ainele iseloomulikud. Nii on naatriumi spektris ainult kollane, liitiumi spektris punane joon teatud kohal.

Liitkehade spektrumi waadeldes näeme selles mitmesuguseid jooni. Nende joonte abil on wõimalik määrata keha koosseisu.

Kehade koosseisu määramist spektriumi abil nimetatakse **spektraalanalüüsiks.**

Spektraalanalüüsi seadsid teaduslisele alusele 1860 a. *Kirchhof* ja *Bunsen.*

Spektraalanalüüsi abil on wõimalikuks saanud määrata ka t a e w a k e h a d e koosseisu.

39. Kaltsium.

Calcium, Ca=40,07.

Leidumus. Kaltsiumi leidub looduses seotud kujul lubjapaos, marmoris, kriidis, kus ta on ühendatud süsihapugaasiga, $CaCO_3$.

Niisama on kaltsiumi gipsis, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, apatiidis, fosoriitides ja sulandajapaos, CaF_2.

Omadused. Kaltsium on hõbehall metall, erik. 1,52. Õhus seistes ilmub kaltsiumi pinnale hüdroksüüdi kirme. Kaltsium lahutab wett harilikus temperatuuris. Kaltsiumi saadakse elektrolüüsi teel kaltsiumi ja kloori ühendustest.

Ühendused. K l o o r k a l t s i u m, $CaCl_2$. Seda soola tarwitatakse gaaside kuiwatamiseks, sest et ta wett enesesse imab ja seda kinni hoiab.

Sulatame 10*g* lupja wõi marmorit kanges soolhappes. Aurutame liiwawannis wedeliku ära.

Ülejääk on kloorkaltsium, mis õhus seistes niiskub.

Kaltsiumhapend, CaO. On tähtsam kaltsiumi ühendus, mis põletatud lubja nime all tuntud. Tehniliselt saadakse

kaltsiumhapendit lubja põletamise ahjudes marmori või paekiwi kuumutamisel (111 kujund):

$$\underset{\text{Paas}}{CaCO_2} = \underset{\text{Põletatud lubi.}}{CaO} + \underset{\text{Süsihapugaas.}}{CO_3}$$

Puhas põletatud lubi on walge amorfaine, mis ainult elektriahju kuumuses sulaneb. Õhus seistes imab ta ahnelt wett ja süsinikkahelishapendit, CO_2.

Kaltsiumwesihapend, $Ca(OH)_2$. Kui põletatud lupja weega niisutada, siis muutub ta suurt kuumust tekitades walgeks pulbriks; selle juures suureneb ka maht. See eksotermiline reaktsioon sünnib põletatud lubja ja wee keemilisel ühinemisel:

$$\underset{\text{Kaltsiumhapend.}}{CaO} + \underset{\text{Wesi.}}{H|OH} = \underset{\text{Kaltsiumwesihapend.}}{Ca\begin{matrix}\diagup OH \\ \diagdown OH\end{matrix}} + \underset{\text{Saadud soojus.}}{15500\ kal}$$

Seda nähtust nimetatakse harilikult l u b j a k u s t u t a m i s e k s. Kustutatud lubi, $Ca(OH)_2$, on a l u s e n e h a p e n d. Kustutatud lubi sulab wees õige wähe (1:700); saadud sulatis on l u b j a w e s i. Weega segades sünnitab l u b j a p i i m a.

Lubjawesi imab enesesse süsihapugaasi kaltsiumkarbonaati ehk k r i i t i sünnitades:

$$\underset{\text{Kustutatud lubi.}}{Ca(OH)_2} + \underset{\text{Süsihapugaas.}}{CO_2} = \underset{\text{Kaltsiumkarbonaat (kriit).}}{CaCO_3} + \underset{\text{Wesi.}}{H_2O}$$

Lubjawesi on leelislise reaktsiooniga, — wärwib punase lakmuse siniseks.

Tarwitatakse süsihapugaasi kinnipüüdmiseks.

Kaltsiumkarbonaat, $CaCO_3$. Looduses leidub seda lubjapao, marmori, Islandipao ja kriidina.

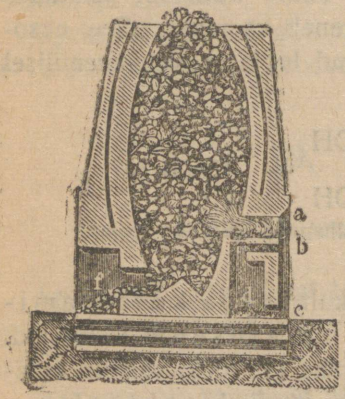
Laboratooriumis wõib saada teda lubjawee ja süsihapugaasi ühendamisel, wõi sooda ja kloorkaltsiumi aselduse reaktsioonis:

$$\underset{\text{Kloorkaltsium.}}{Ca|Cl_2} + \underset{\text{Sooda.}}{Na_2|CO_3} = \underset{\text{Kaltsiumkarbonaat.}}{CaCO_3} + \underset{\text{Kloornaatrium.}}{2NaCl}$$

Lubi ei sula puhtas wees. Wähe sulab wees, milles on sulatatud süsihapugaasi. Wett, milles on sulanud kaltsiumkarbonaat, nimetatakse „kõwaks weeks“ ehk „kargeks weeks“. Kui sarnast wett soendada, siis sadeneb kaltsiumkarbonaat põhja ja wesi muutub pehmeks.

Juhime selgesse lubjawette (100 *ccm*) wees pestud süsihapugaasi. Alguses ilmub walge sade, mis pärast poole täitsa wõi peaaegu kaob.

111. kujund.



Lubja põletamise ahi.
Ülewalt puistatakse lubjapagu ahju. a — ahjuääs. f — põletatud lubja wäljawõtmise koht.

Kui sulatist filtreerida ja filtraati kauemat aega keeta, siis ilmub uuesti süsihapukaltsium, $CaCO_3$. (Katsuda soolhappega!)

Kustutatud lubi segatakse wee ja liiwaga „krohwiks“, mis tarwitatakse sideaineks ehitamistel.

Kuiwamisel aurab krohwist wesi ära, kuna põletatud lubi õhus olewa süsihapugaasiga ja liiwas olewa rănihappega kõwaks kehaks muutub, mis hoiab kiwid koos.

Kaltsiumsulfaat, wääwelhapukaltsium, $CaSO_4$. Looduses leidub $CaSO_4$ gipsis, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Gipsis olew wesi haihtub kuumutamisel: saadakse põletatud gips.

Kui põletatud gipsi weega segada, siis ühineb ta uuesti weega kõwaks kehaks. Kuumutatud 107—120° C on gipsi formul $CaSO_4 \cdot H_2O$, 130—170° $CaSO_4$.

Kui gipsi kuumutada kunni 500—600°, siis kaotab ta sidumise wõime weega; sarnast gipsi nimetatakse „surnud gipsiks“.

Gipsi tarwitatakse mitmesuguste kujude woolimisel, krohwimisel ja wormide walmistamiseks. Ka arstiteaduses tarwitatakse gipsi murtud ja kinnikaswawate luude sidemeks.

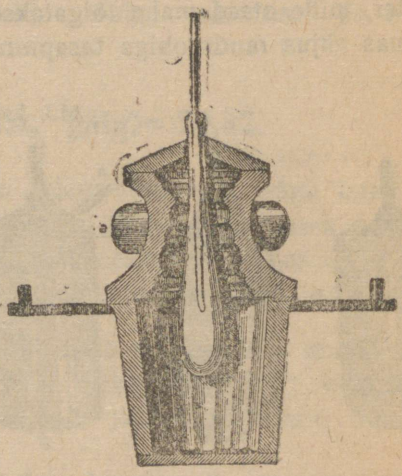
Kloorlubi, $CaCl_2O$, on walge pulber, mille kindel koosseis teadmata. Kloorlubi imab õhust wett ja süsihapugaasi, hapete mõjul eraneb kloorlubjast kloor; sellepärast tarwitatakse kloorlupja riiete, lõngade, paberi jne. walgendamiseks, kui ka desinfitseerimise wahendina.

Kaltsium looduses. Kaltsiumi leidub looduses wäga palju. Süsihapukaltsium sünnitab paekiwi, marmori, kriidi jne. Peale seda leidub kaltsiumi ka mineraalwetes.

Kaltsium on wäga tarwilik toiduaine taimedele.

Taimede kaudu satub kaltsium loomade kehadesse, kus ta kondikude sünnitab. Kontides on 58% kaltsiumfosfaati ja 6% süsihapukaltsiumi.

112. kujund.



Karahwini puhumine sellekohasesse wormi.

Worm seisab koos kahest poolest. Kujundil on näha ainult üks pool.

Klaas. Klaas on amorf läbipaistew ühendus, milles harilikult on järgmised ained:

Ränimulda,	SiO_2	73%
Naatriumhapendit,	Na_2O	12%
Kaltsiumhapendit,	CaO	15%
	Klaas:	100%

Tooreks materjaaliks klaasi walmistamisel on marmor, lubjapagu, lubjakiwi, — kaltsiumi ja süsiniku ühendused; kwarts, räni, liiw, — ränikahelishapend; sooda (wõi glauberi sool) naatriumi klaasi ja potas — kaaliumi klaasi walmistamiseks.

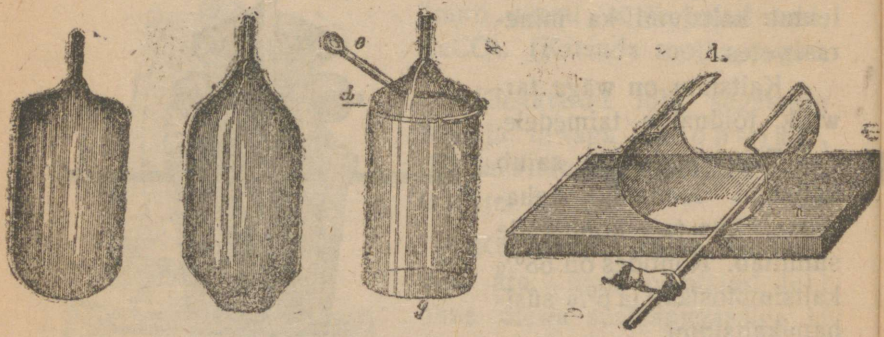
Nende ainete segu, wõetud teatud suhtes, sulandatakse tulekindlates tiiglites klaasisulandamise ahjudes (1200°—1500°).

Walmis segust puhutakse, pressitakse wõi walatakse klaasanumad ja m. asjad.

Suurem hulk asju walmistatakse puhumisega. Raudtoru otsa wõetakse rohkem wõi wähem wedalat klaasi ja puhutakse wulliks. Wullidele wõib wormidesse puhudes mitmesuguse kuju anda (112 kujund).

Aknaklaasi walmistamisel puhutakse alguses suur tsilinder, mille otsad maha lõigatakse, pikuti poolitatakse ja kuumas ahjus raudroobiga tasapinnaks silitakse (113 kujund).

113. kujund.



Aknaklaasi puhumine ja sirgeks silimine.

Wärwilise klaasi saamiseks segatakse tooresainete juure metallhapendisi. Raudhapend, Fe_2O_3, wärwib klaasi punaseks, kobalthapend — siniseks, kuld — purpurpunaseks jne. Piimaklaasis on kondituhka wõi fosforiiti juure lisatud.

Harilik rohekas wärw (pudelid) oleneb raudalahapendist, mis sisaldab harilikult toores materjaal.

Klaas oli tuntud juba wanal ajal Egüptuses. (2000 a. e. Kr.).

Hariliku klaasi tooresaines on: liiwa (100 k.-ü.), kriiti (37 k.-ü.) wääwelhapunaatriumi (38,5 k.-ü.) ja sütt (2,5 k.-ü). Sütt lisatakse juure wääwli kõrwaldamiseks.

Baarium, Ba = 137,37 ja **strontsium**, Sr = 87,63. Nende metallide ühendused on kaltsiumi ühendustega sarnased. Baariumi soolad wärwiwad leegi kollakasroheliseks, stront-

siumi soolad — helepunaseks. Sellepärast tarwitatakse nimetatud metallide soolasid ilutulestikus (nn. „bengaali tuled").

Strontsium ja baarium on hõbewalged metallid. Saadakse elektrolüüsi teel kloriididest.

Hapnikuga sünnitab baarium kaks ühendust: baariumhapendi, BaO, ja baariumülihapendi, BaO_2.

Baariumsulfaati tarwitatakse walge wärwina. Ta ei mustu wääwelwesinikust.

40. Magneesium, Mg = 24,32.

Leidumus. Magneesiumi leidub looduses wäga laialt: magnesiit, $MgCO_3$, on süsihapugaasi ühendus; niisama dolomiit, talk, asbest ja t. on kõik magneesiumi ühendused.

„Mõruweed" sisaldawad niisama magneesiumi ühendusi.

Saamine ja omadused. Sidumata magneesium saadakse mineraal karnalliidist, $MgCl_2 \cdot KCl$, elektrolüüsi teel: katoodi juures eraneb magneesium, anoodi juures — kloor, kuna kloorkaalium anumasse jääb.

Magneesium on kerge hõbewalge metall. Kuumutades üle 633° hakkab ta põlema helewalge leegiga:

$$\underset{24{,}32\,g}{Mg} + O = \underset{\text{Magneesiumhapend.}}{MgO} + 145860\ \textit{kal}$$

Sellest järeldub magneesiumi põlemise soojus: 145860 : 24,32 = 6000 *kal.*

Kõrge kuumuse tagajärjel sulaneb ja aurab osa magneesiumi põlemisel, millest walge aur ja leek sünniwad.

Magneesiumi walgusel on suur keemiline energia. Tarwitatakse fotografeerimisel.

Ühendused. — **Magneesiumhapend**, MgO, magneesia, mis magneesiumi põlemisel sünnib, sulab wees hüdroksüüdiks, $Mg(OH)_2$. Wiimasel on aluslised omadused.

Kloorismagneesium, $MgCl_2$, sünnib magneesiumhapendi ja soolhappe ühinemisel:

$$\underset{\text{Magneesiumhapend.}}{MgO} + \underset{\text{Soolhape.}}{HCl} = \underset{\text{Kloorismagneesium.}}{MgCl_2} + \underset{\text{Wesi.}}{H_2O}$$

Wääwelhapumagneesium, $MgSO_4$, magneesiumsulfaat sünnitab mõrusoola, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$. Inglissoola nime all tarwitatakse teda arstiteaduses. Looduses on teda kiseriidis, $MgSO_4 \cdot H_2O$, ja kainiidis, $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$.

Mõrud terwisweed *(Hunyadi-Janos)* sisaldawad magneesiumsulfaati.

Süsihapumagneesium, $MgCO_3$, magneesiumkarbonaat, leidub looduses magnesiidina, kui ka ühes kaltsiumkarbonaadiga, $CaCO_3$, dolomiidis.

Magnesiit laguneb kuumutamisel magneesiaks ja süsihapugaasiks:

$$\underset{\text{Magneesiumkarbonaat.}}{MgCO_3} = \underset{\text{Magneesia.}}{MgO} + \underset{\text{Süsihapugaas.}}{CO_2}$$

Kuumutame katseklaasis magnesiiti ja juhime eranewa gaasi läbi lubjawee. Lubjawees ilmub walge sade.

Magneesiumi silikaadid leiduwad mitmeis mineraalides. Talk, $Mg_3Si_4O_{11} \cdot H_2O$; merewaht, $Mg_2Si_3O_8 \cdot 2H_2O$; asbest ehk mäelina, $CaMgSiO_4$ ja t. on magneesiumi silikaadid.

41. Raadium, Ra = 226,0.

Leidumus. Leelismuld metallidega on sarnane raadium, mille jälgesid looduses mitmelpool leidub, kuid üksikutes mineraalides on teda õige wähe. Raadiumi leidub kõige rohkem uraanhapendis, U_3O_8. Selles on teda 10000 *kg* ligikaudu ainult 0,1 *g*.

Raadiumi soolad wärwiwad leegi purpurpunaseks.

Metall-raadiumi sai esimest kord elektrolüüsi teel *M. Sklodovska-Curie* 1910 a. Pariisis.

Omadused. Raadium on walge metallläikega aine; õhus hapendub ta kergesti ja mustub. Soolhappes sulab ta kloorraadiumiks, $RaCl_2$.

Raadium ja tema ühendused heidawad isesuguseid kiiri, miilledel tähelpanemisewäärt omadused.

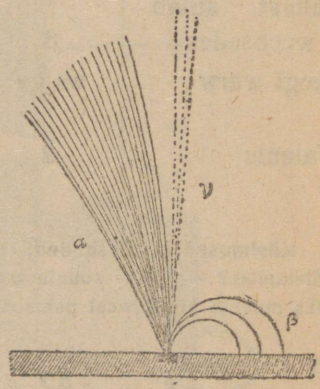
Juba *H. Becquerel* (1896 a.) märkas, et uraanimuld kiiri heidab, mis fotograafia plaadi peale mõjuwad keemiliselt.

Pärastised waatlused ja katsed tõendasid, et raadium kolme seltsi kiiri heidab: alfa kiired, beeta kiired ja gamma kiired (α, β, γ) (114 kujund). Need kiired edendawad keemilisi reaktsioone: süsihapugaasi, CO_2, ja ammoniaki, NH_3, keemiline lagumine, kollase fosfori moondumine punaseks jne. sünniwad nende mõjul.

Raadiumi kiirte teistest keemilistest omadustest on tähelepanemisewäärt järgmised:

Raadiumi kiirte mõjul moondub osa õhuhapnikku ozooniks, wesi — paukgaasiks. Orgaanilised ained, näit. paber, laguwad nende kiirte mõjul, taime kuded surmatakse ja inimese nahal sünniwad wisalt paranewad põletishaawad.

114. kujund.



Raadiumi kiired:
alfa (α), beeta (β), ja gamma (γ).

Raadiumi kiirte mõjul muutuwad kehad, mis elektrit ei juhi, elektrijuhtideks (õhk).

Raadiumi soolad helendawad ja kutsuwad wälja ka teiste ainete helendamise.

Huwitawamatest raadiumi omadustest on see, et ta kiiri heites ise lagub; sellel lagumisel sünniwad uued elemendid: heelium ja raadiumi emanatsioon; wiimane moondub jällegi teisteks elementideks. Wiimasena tootena sünnib raadiumist tina.

Raadium eraldab lagunemisel suur hulk soojust: 1 *g* raadiumi sünnitab ühe tunni jooksul kunni 138 *kal* (grammkalooriat).

Raadioaktiiwsus. Peale uraani on ka tooriumil, aktiiniumil ja õige wähesel mõõdul ka kaaliumil ja rubiidiumil raadiumi omadused. Need on n.n. raadioaktiiwsed elemendid (*radiare* = kiireid heitma). Kiireid, mis need elemendid heidawad, nimetatakse ülesleidja nime järgi ka Becquerel'i kiirteks.

Leelismuldmetallide wôrdlus. Nende elementide sarnasus wäljendub järgmisest tabelist:

Omadused.	Magneesium Mg	Kaltsium Ca	Strontsium Sr	Baarium Ba
Aatomiaaal	24,32	40,07	87,63	137,37
Tihedus	1,74	1,55	2,54	3,8
Lahutab wett	wäga pikkamisi	pikkamisi	elawalt	wäga elawalt
Hapend sulab weeosades	100000	800	150	30
Sulfaat sulab weeosades	3	490	7000	400000
Leegi wärw	walge	kollakas-punane	karmiin-punane	kollakas-roheline
Walents	2	2	2	2

Küsimused ja ülesanded. Kui palju kaalub 100 *g* marmori pärast põletamist? — Miks sünnib weekeetmise anumate seintele lubjakirme? — Miks muutub kôwa wesi pehmeks, kui sinna soodat juure lisada? —

42. Alumiinium.

Aluminium, Al = 27,1.

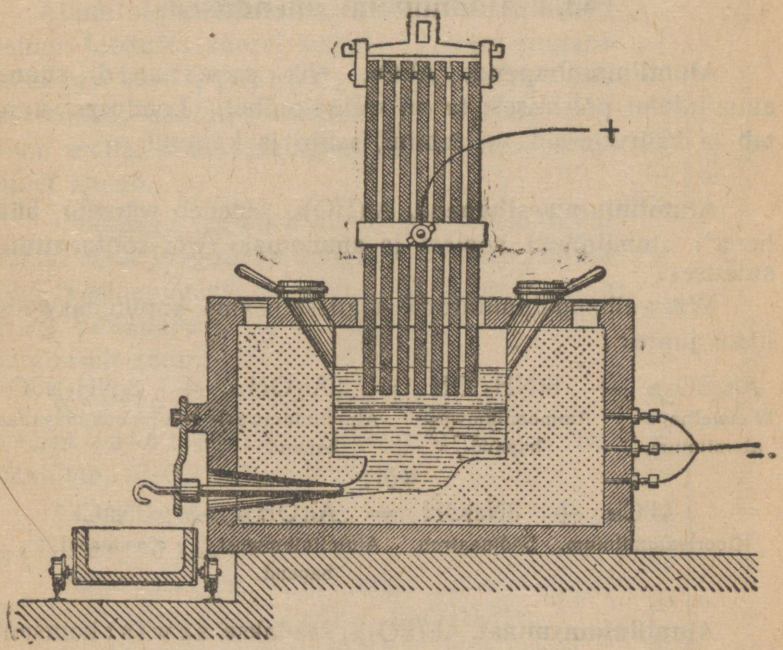
Leidumus. Alumiiniumi leidub maakera koores wäga palju mitmesugustes ühendustes. Sawi, kaoliin, põllupagu, säde ja t. on alumiiniumi silikaadid. Korund, safiir, rubiin, boksiit — on alumiiniumi hapendid, Al_2O_3, mis lisandustega wärwitud.

Saamine. Alumiiniumi saadakse *Héroult*'i eliktriahjus, kus sawimuld, Al_2O_3, mineraal krüoliidiga, $AlF_3.3NaF$, segatakse ja raudkastis, mis sütega wooderdatud, kõrges kuumuses (10—15000 ampère) keemiliselt laguneb: metall alumiinium kogub katoodi (—) juures (süte wooder), kuna hapnik süsi-anoodi (+) juures süsihapugaasiks põleb (115 kujund).

Ajaloolised märkused. Esimest korda sai puhast alumiiniumi keemik *Wöhler* 1827 a. 1909 a. oli alumiiniumi ilmatoodang 24000 *t*.

Omadused. Alumiinium on hõbewalge metall, erik.=2,58; sulaneb 657° juures. Alumiinium sulab (lahub) kergesti hapetes ja leelistes; külmas lämmastikhappes ei sula.

115. kujund.



Héroult'i elektriahi alumiiniumi saamiseks. Saamine tasub ennast ainult siis, kui elektrienergia odawalt saadakse kosede weejõu kasutamisel.

Wiskame katseklaasidesse soolhappega ja söötnaatroniga (või -kaaliga) tükikese alumiiniumi. Algab kohe elaw reaktsioon, kus juures wesinik eraldub:

$$Al + 3HCl = AlCl_3 + 3H$$

Soolhape. Klooralumiinium. Wesinik.

$$Al + 3NaOH = Al(ONa)_3 + 3H$$

Söötnaatroon. Naatriumaluminaat. Wesinik.

Õhukesed alumiiniumi lehed, traat ja pulber kuumutades põlewad õhus.

Tarwitamine. Alumiiniumi tarwitatakse apparaatide, masina osade ja anumate walmistamiseks. Suuremal hulgal tarwitatakse teda alumiiniumi pronksi (5—10% Al ühes wasega) ja magnaaliumi (10—25% Mg ühes alumiiniumiga) walmistamiseks.

43. Alumiiniumi ühendused.

Alumiiniumhapend, Al_2O_3, ehk sawimuld sünnib alumiiniumi põlemisel; ta on walge pulber. Looduses sünnitab ta kalliskiwisid, — rubiini, safiiri ja kornudi.

Alumiiniumwesihapend, $Al(HO)_3$, sadeneb wärwitu hüübena*) alumiiniumi soolast ja ammoniaki (wõi söötnaatroni) sulatisest.

Wääwelhapualumiiniumi sulatisse lisame ammoniakwedelikku juure:

$$\underset{\text{Wääwelhapu-alumiinium.}}{Al_2(SO_4)_3} + \underset{\text{Ammooniumwesihapend.}}{6(NH_4)OH} = \underset{\text{Alumiiniumwesihapend.}}{2Al(OH)_3} + \underset{\text{Ammooniumsulfaat.}}{3(NH_4)_2SO_4}$$

wõi:

$$\underset{\text{Kloorisalumiinium.}}{Al|Cl_2} + \underset{\text{Söötnaatron.}}{3Na|OH} = \underset{\text{Alumiiniumwesihapend.}}{Al(OH)_3} + \underset{\text{Keedusool.}}{3NaCl}$$

Alumiiniumsulfaat, $Al_2(SO_4)_3$, saadakse sawist kontsentreeritud wääwelhappe mõjul; niisama ka alumiinumwesihapendi sulamisel lahjendatud wääwelhappes; aurutades kristalliseerub $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ walgete nõeladena.

Maarjas. Leelissulfaatidega sünnitab wääwelhapualumiinium ilusad läbipaistwad kristallid, mis harilikult nimetatakse maarjaseks.

Kaalimaarjas, $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ja naatronmaarjas, $AlNa(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, sisaldawad suur hulk kristallwett.

*) Hüüwe — gallert.

Soendame katseklaasis kaalimaarjast. Maarjas sulab enese kristallwees.

Maarjast tarwitatakse riiete wärwimisel wärwide kinnitamiseks, nahaparkimisel, paberi liimimisel jne.

Maarjaseks nimetatakse üldse kahekordseid sulfaate. Kaaliumi asemel wõiwad olla naatrium, ammoonium, rubiidium; alumiiniumi asemel — raud, kroom ja t.

Alumiiniumsilikaat.-Sawi. Alumiiniumsilikaati leidub looduses suurel hulgal. Tähtsam sarnane ühendus on põllupagu, $AlKSi_3O_8$, mis murenedes sünnitab hariliku sawi, kuna kaalium mullas sulab ja taimedele rikkaliku toiduainet annab.

Põllupagu mureneb külma ja soojuse mõjul tükikesteks. Pragudesse tungib wihmawesi, milles õhu süsihapugaas sulanud. Wiimane kutsub wälja põllupagu keemilise lagumise, mis umbes järgmiselt sünnib: *)

$$\underbrace{K_2O,\ SiO_2;\ Al_2O_3,\ SiO_2}_{\text{Kaall. Sawimulda. Sillikaat.}} + \underbrace{CO_2}_{\text{Süsihapugaas.}} = \underbrace{K_2O,\ CO_2}_{K_2CO_3} + \underbrace{Al_2O_3(SiO_2)_2}_{Al_2Si_2O_7}$$

Kaaliumkarbonaat — Alumiiniumsilikaat.

Kaaliumkarbonaat sulab wees, kuna alumiiniumsilikaat weega ühinedes sawi sünnitab, $Al_2O_3(SiO_2)_2 \cdot 2H_2O$.

Lupja sisaldawat sawi nimetatakse mergeliks.

Puhas sawi on täitsa walge („*Bolus alba*“) ja nimetatakse kaoliiniks, $Si_2O_9Al_2H_4$.

Harilik sawi on wärwitud lisandustest punaseks, siniseks, kollaseks.

Kaoliini tarwitatakse portsellaani walmistamiseks.

*) $K_2O,\ SiO_2;\ Al_2O_3,\ SiO_2 + CO_2 = K_2O,\ CO_2 + Al_2O_3(SiO_2)_2$

Sawinõud. Sawinõude walmistamine ehk keraamiline tööstus (*keramos* = sawi) on tuntud wanast ajast. Sawinõude walmistamiseks wõetakse mitmesugust sawi. Walgest sawist, kaoliinist, walmistatakse portsellaan. Portsellaan on kaoliini, põletatud põllupagu ja kwartsi peeneks jahwatatud

Grupid	A O B	A I B	A II B	A III B	A IV B
Wääri-sus	O	1 [2, 3]	2 [1]	3 [1]	4 [2]
Hapniku ühendu-sed	E^0	E_2O	EO	E_2O_3	EO_2
1.					
2.	2. Heelium **He** 4,00	3. Liitium **Li** 6,94	4. Berüllium **Be** 9,1	5. Boor **B** 11,0	6. Süsinik **C** 12,005
3.	10. Neoon **Ne** 20,2	11. Naatrium **Na** 23,00	12. Magnee-[sium **Mg** 24,32	13. Alumiinium **Al** 27,1	14. Räni **Si** 28,3
4.	18. Argoon **Ar** 39,88	19. Kaalium **K** 39,10	20. Kaltsium **Ca** 40,07	21. Skandium **Sc** 44,1	22. Titaan **Ti** 48,1
5.		29. Wask **Cu** 63,57	30. Tsink **Zn** 65,37	31. Gallium **Ga** 69,9	32. Ger-[maanium **Ge** 72,5
6.	36. Krüptoon **Kr** 82,92	37. Rubiidium **Rb** 85,45	38. Strontsium **Sr** 87,63	39. Ütrium **Y** 88,7	40. Tsirkoo-[nium **Zr** 90.6
7.		47. Hõbe **Ag** 107,88	48. Kaad-[mium **Cd** 112,4	49. Indium **In** 114,8	50. Inglis-[tina **Sn** 118,7
8.	54. Ksenoon **X** 130,2	55. Tseesium **Cs** 132,81	56. Baarium **Ba** 137,37	57. Lantaan **La** 139,0	58. Tseerium **Ce** 140,25
9.		62. Euroopium **Eu** 152,0	63. ?	64. Gadolii-[nium **Gd** 157,3	65. Terbium **Tb** 159,2
10.		69. Erbium **Er** 167,7	70. Tuulium **Tu** 168,5	71. Üterbium **Yb** 173,5	72. Luteetsium **Lu** 175,0
11.		79. Kuld **Au** 197,2	80. Elaw-hõbe **Hg** 200,6	81. Tallium **Tl** 204,0	82. Tina **Pb** 207,2
12.	86. Nitoon **Nt** 222,4	87. ?	88. Raadium **Ra** 226,0	89. ?	90. Toorium **Th** 232,4

A V B	A VI B	A VII B	A VIII B
5 [3]	6 [2]	7 [1]	8 [2, 3, 4]
E_2O_5	EO_3	E_2O_7	EO_4
		1. Wesinik **H** 1,008	
7. Läm-[mastik **N** 14,01	8. Hapnik **O** 16,00	9. Fluor **F** 19,0	
15. Fosfor **P** 31,04	16. Wääwel **S** 32,06	17. Kloor **Cl** 35,46	
23. Vanadiin **V** 51,0	24. Kroom **Cr** 52,0	25. Mangaan **Mn** 54,93	26. Raud 27. Koobalt 28. Nikkel **Fe** 55,84 **Co** 58,97 **Ni** 58,68
33. Arseen **As** 74,96	34. Seleen **Se** 79,2	35. Broom **Br** 79,92	
41. Nioobium **Nb** 93,5	42. Molübdeen **Mo** 96,0	43. ?	44. Rutee-[nium 45. Roodium 46. Palla-[dium **Ru** 101,7 **Rh** 102,9 **Pd** 106,7
51. Anti-[moon **Sb** 120,2	52. Tellur **Te** 127,5	53. Jood **J** 126,92	
59. Praseo-[düüm **Pr** 140,9	60. Neodüüm **Nd** 144,3	61. Samarium **Sa** 150,4	
66. ?	67. Düsproo-[sium **Dy** 162,5	68. Holmium **Ho** 163,5	
73. Tantaal **Ta** 181,5	74. Wolfraam **W** 184,0	75. ?	76. Osmium 77. Iriidium 78. Platiin **Os** 190,9 **Ir** 193,1 **Pt** 195,2
83. Wismut **Bi** 208,0	84. ?	85. ?	
91. ?	92. Uraan **U** 238,2		

segu, millest anumad wormitakse.*) Ahjus põletamisel sulanewad nad kokku klaasitaoliseks weekindlaks kehaks.

Sawinõud wormitakse käsitsi weega pehmendatud massist.

Pärast esialgset õhus kuiwatamist põletatakse nad ahjudes (116 kujund).

Harilik sawi annab peale põletamist urbse, poorse keha, mis wett ja õhku läbi laseb. Kui sawisse on segatud p õ l l u p a g u, siis täidab see sulanedes poorid, ja anumad on t i h e d a d. Ka waapamisega (glasuurimisega) saadakse poorilistest sawinõudest w e e k i n d l a d.

Glasuur ehk waap walmistakse tinasilust wõi kaoliinist, millesse suuremal hulgal segatud põllupagu ja kwartsi.

Lihtsamal wiisil waabatakse sawinõud sel teel, et ahju põletamise ajal k e e d u s o o l a wisatakse. Sool laguneb kuuma weeauru mõjul naatriumwesihapendiks (söötnaatron) ja soolhappeks. Naatron sünnitab sawiga sulanewa silikaadi, mis täidab poorid.

Ultramariin, Kui kaoliini, sooda, süsi ja wääwli segu kuumutada, siis saadakse u l t r a m a r i i n. Ultramariin on mürgita wärw ja tarwitatakse tapeetide, suhkru, pesu („pesusine") jne. wärwimiseks.

Kuumutamise tingimistest oleneb ultramariini w ä r w. On tuntud ligi 100 mitmesugust ultramariini teisendit: walge, roheline, sinine, punane jne.

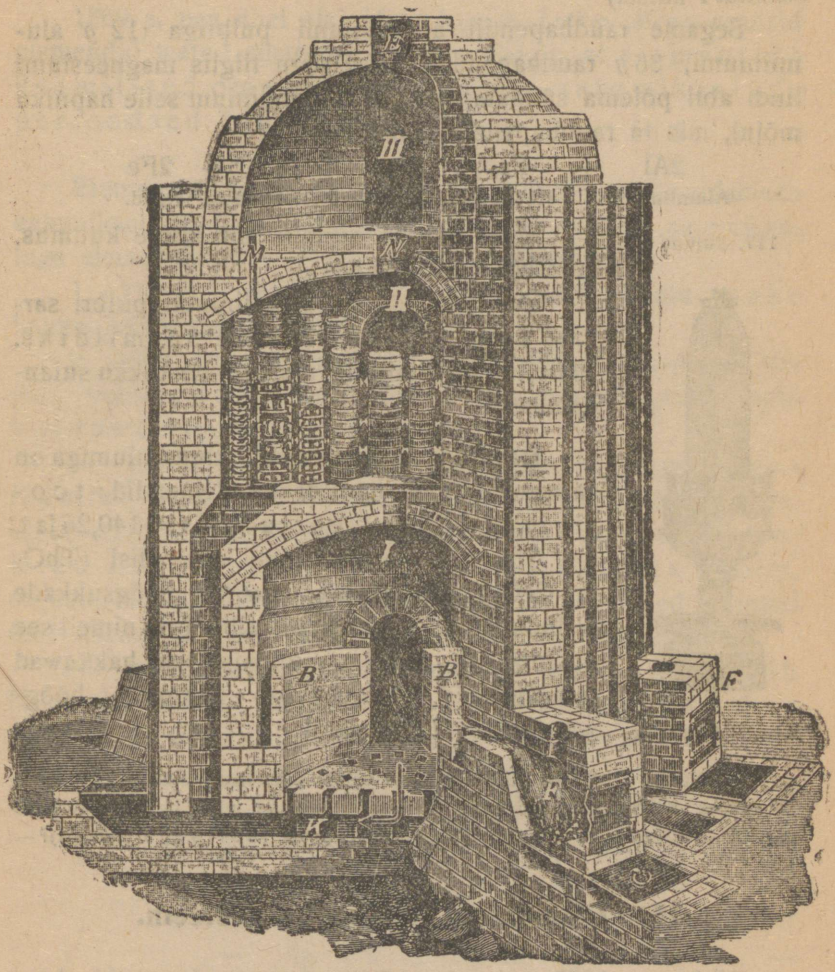
Sinise ultramariini koosseis on $Si_3Al_3Na_4S_2O_{12}$.

Tsement. Sawi ja lubjapao wedela segu kuumutamisel saadaks t s e m e n t, mis tarwitatakse peeneks pulbriks jahwatatud kujul. Tsement segatakse wee ja liiwaga plastiliseks wõi wedelaks massiks, millega ehitamisel kiwisid seotakse ja krohwitakse. Tsement kuiwab weekindlaks kiwikõwaks aineks mõne päewa jooksul. Selle juures sünnib keemiline ühendus, $CaSiO_3.H_2O$.

Weekindlat portlandi tsementi nimetatakse **hüdrauliktsemendiks.**

*) Wõetud ainete suhe on mitmesugune, mis wabrikute saladus. Keskmiselt on portsellaanis 55% kaoliini, 22,5% kwartsi ja 22,5% põllupagu.

116. kujund.



Sawinõude põletamise ahi.

Tulepesadest F satuwad põlewad gaasid alumisesse ahju osasse I, kust nad põranda awauste läbi teise korda II juhitakse. III korral on temperatuur madal. Seal kuiwatatakse anumaid.

Kõrge temperatuuri saamine. Alumiiniumi ja hapniku wahel on kõrges temperatuuris suur keemiline sugulus. Sellepärast wõtab alumiinium hapniku hapenditest ära. (*Goldschmidt*'i katse.)

Segame raudhapendit alumiiniumi pulbriga (12 *g* alumiiniumi, 36 *g* raudhapendit). Kui segu tiiglis magneesiumi lindi abil põlema süüdata, siis põleb alumiinium selle hapniku mõjul, mis ta raudhapendist taandab:

$$2Al + Fe_2O_3 = Al_2O_3 + 2Fe$$

Alumiinium. Raudhapend. Alumiiniumhapend. Raud.

117. kujund



Aueri hõõgsukk.

Selle juures sünnib nii kõrge kuumus, et isegi raud sulaneb.

Raudhapendi ja alumiiniumi pulbri sarnast segu (3:1) nimetatakse termiidiks. Termiiti tarwitatakse raua osade kokku sulandamisel.

Haruldased elemendid. Alumiiniumiga on sarnased mõned haruldased elemendid: tooriumi, Th=232,4; tseeriumi, Ce=140,25 ja t. Tooriumi ja tseeriumi hapendisi (ThO_2 ja CeO_2) tarwitatakse *Auer*'i*) hõõgsukkade walmistamiseks. Neil metallidel on nimelt see omadus, et nad kuumutamisel ise hakkawad intensiiwseid walgusekiiri heitma („hõõgwalgus") (117 kujund).

Küsimused ja ülesanded. Katsuge saada maarjase sulatisest kristalle. 40° juures küllastatud maarjase sulatisse riputage niidi ja laske sulatise anguda. — Kas wõib alumiiniumist anumaid pesta leelisega (tuhaga)? —

44. Elementide perioodne süsteem.

Ajalugu. 1829 a. märkas *Döbereiner,* et elementide keemiliste omaduste ja nende aatomikaalude wahel wäljendub teatud suhe. *Döbereiner* seadis ühtlased elemendid rühmadesse, mis ta nimetas triaadideks, sest et igas rühmas oli kolm ühtlaste omadustega elementi.

*) *Auer v. Welsbach* tarwitas esimesena haruldaste muldmetallide hapendisi gaasileegi walguse suurendamiseks.

Nii wõib järgmisi elemente rühmitada triaadidesse:

liitium,	kaltsium,	wääwel,	kloor,
naatrium,	strontsium,	seleen,	broom,
kaalium,	baarium,	telluur,	jood.

1869 a. pea ühel ajal *Mendelejev* ja *Lothar Meyer* seadsid elemendid teatud süsteemi, millest näha oli, et elementide keemilised omadused on nende aatomikaalude perioodsed funktsioonid.

Elementide loomulik süsteem. Kui elemendid ridastada aatomikaalude tõusu järele alates kõige wähema aatomikaaluga elemendist, heeliumist, siis wäljendub, et

1. kõrwuti seiswate elementide aatomikaalu wahe kaunis püsiw on ja kõigub 1 kunni 4;

2. elementide füüsikalised ja keemilised omadused järjest muutuwad ainult teatud elemendini; pärast seda korduwad need omadused uuesti.

Nii muutuwad elementide omadused alguses heeliumist kunni fluorini; üheksas element, neoon, on heeliumiga, kümnes element, naatrium, on liitiumiga jne. sarnane. Seitsmeteistkümnes element, argoon, alustab uut rida, milles elementide omadused sarnased on esimeses ja teises reas kohakuti seiswate elementidega.

Nii moodustawad kõik elemendid kuus perioodi. Neist on kaks esimest wäiksed, kummagis kaheksa elementi, ja neli suurt, milledes 15—18 elementi.

Perioodid:	1.	He	Li	Be	B	C	N	O	F	—	—	—
„	2.	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	—	—	—
„	3.	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
		—	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	—	—	—
„	4.	Kr	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	—	Ru	Rh	Pd
		—	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	J	—	—	—
„	5.	X	Cs	Ba	La	Ce	Ta	W	—	Os	Ir	Pt
		—	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	—	—	—	—	—
„	6.	—	—	Ra	—	Th	—	U	—	—	—	—

Märkus: 1 ja 2 perioodid on wäiksed; 3, 4, 5 ja 6—suured.

Suured perioodid jagunewad pikaks ja lühikeseks perioodideks.

Kui ainult elementide horizontaal ridasid lugeda, siis on neid kaksteistkümmend. W. tabel 168 ja 169 lehek.

Wesiniku seisukoht ei ole süsteemis täitsa kindel. Mõned teadlased jätawad ta hoopis wälja tabelist, teised mahutawad ta ühte wõi teise sugukonda.

Kui kõik elemendid kirjutada paberiribale kõrwuti aatomikaalu tõusu järele ja pabeririba keerata kruwikäigu järele 12 korda ümber püstsilindri, siis juhtuwad teatud elemendid kohakuti, sünnitawad püstread, milles asetatud ühtlaste omadustega elemendid. Neid püstridasid saab kaheksa*ja ja üheksas null rida.

Püstread moodustawad elementide loomulikud sugukonnad.

Igas sugukonnas wõib elemente liigitada kahte rühma, A ja B, kus koondatud rohkem ühtlaste omadustega elemendid.

Igas sugukonnas on ühtlaste omadustega, horizontaalreas—lahkuminewate omadustega elemendid.

Tabelis on näha tühjad lahtrid. Need on senni weel tundmatute elementide kohad. Kuid naabruses olewate elementide omaduste järele wõib ennustada tundmatute elementide omadusi.

Pärast *Mendelejev*'it on mitmete teadlaste poolt elementide perioodset süsteemi ühel wõi teisel wiisil täiendatud. Wõetud tabel on Dr. *Ira Remsen*'i järele.

Seadusepärasus elementide loomulikus süsteemis. Elementide wäärisus halogeenide, wesiniku ja hapniku suhtes on muutmatu igas sugukonnas.

Null sugukonna elementide wäärisus on null, s. t., et neil ei ole kalduwust ühinemiseks teiste elementidega. Keemiliselt on nad erapooletud.

Esimeses sugukonnas olewate elementide wäärisus on halogeenide, wesinikuga ja hapnikuga üks. Ainult wask on hapnikuga ja halogeenidega kahe-, kuld ühe- wõi kolmewäärine.

Teise sugukonna elementid on kahewäärised, ainult elawhõbe on hapnikuga ja halogeenidega ühewäärine.

Kolmandama sugukonna elementid on kolme-, neljandama- nelja- jne. wäärised. Ka neis sugukondades on erandisi.

Kaheksandama sugukonna elemendid ei sünnita wesinikuga ühendusi. Hapnikuga on nad kahekswäärised, missugune wäärisus üldse senni kõige suuremana tuntud.

Sulanemise temperatuuri perioodsust elementide loomulikus süsteemis näitab järgmine tabel, kus temperatuur on arwatud absoluutsest nullist (—273°).

Li 459, Na 371, K 336, Rb 312, Cs 300;
Be 1573, Mg 924, Zn 692, Gd 595, Hg 234;
Si 1703, Ge 1200, Sn 505, Pb 600,

Niisama wäljenduwad ka elementide muud omadused, mis sugukondades esinewad, — kristallkuju, erikaal, hapendite ja kloriidide soojasünnitus jne.

Elementide loomuliku süsteemi tähtsus. Perioodne süsteem wõimaldab elemente rühmitada ja neid hinnata ühtlaste omaduste järele.

Kuid iseäranis tähtis on see, et perioodne süsteem wõimaldab ennustada uusi, senni tundmatuid elemente.

Nagu tabelist näha on mõnede elementide wahel olemas tühjad lahtrid. Wõib oletada, et seal peaksid seisma elemendid, mis senni weel tundmatud. Juba *Mendelejev* (1871 a.) juhtis tähelpanu tühja koha peale, mis siis oli kaltsiumi ja titaani wahel. *Mendelejev* oletas kõrwal seiswate elementide omadusi arwesse wõttes, et seal kolmewäärine element peab seisma, mille aatomikaal wõrdub 44. Niisama ennustas ta ka teisi füüsikalisi ja keemilisi omadusi.

Ja tõesti, 1879 a. leidis *Nilson* uue elemendi, skandiumi, mille omadused wastawad *Mendelejev*'i poolt ettekuulutatud elemendi omadustele.

Niisama leiti *Mendelejev*'i ettekuulutuste järele germaanium ja m.

45. Tsink.

Zincum, Zn = 63,37.

Leidumus. Looduses harilikult leidub metallisid ühendustes hapnikuga wõi wääwliga. Neid metallide ühendusi nimetatakse metallimuldadeks ehk metallikiwideks.

Tsinki leidub loodus ühendustes süsihapugaasiga tsingipaos, $ZnCO_3$, ja ühendustes wääwliga tsingiläigis, ZnS.

E h e d a l t (s. t. sidumata) ei leidu tsinki looduses mitte.

Saamine. Tsingi saamiseks põletatakse tsingimulda ühes sütega. Selle juures destilleerub tsink pulbrina wõi wedelikuna, mis wormidesse walatakse. Sündinud reaktsiooni wõib nii ette kujutada:

$$\underset{\text{Süsihaputsink.}}{ZnCO_3} = \underset{\text{Tsinkhapend.}}{ZnO} + \underset{\text{Süsihapugaas.}}{CO_2}$$

$$\underset{\text{Tsinkhapend.}}{ZnO} + \underset{\text{Süsi.}}{C} = \underset{\text{Tsink.}}{Zn} + \underset{\text{Süsihapend.}}{CO}$$

Omadused. Tsink on raske kristall ehitusega sinikaswalge metall. Harilikus temperatuuris on ta wäga habras. 100—150° juures wõib teda wenitada ja taguda. 200° juures muutub ta uuesti hapraks, nii et ta pudeneb löögist pulbriks. Erikaal = 7,15. Tsink sulaneb 419°, keeb 929° juures. Kuiwas õhus ei muutu tsink. Niiskes õhus ilmub tsingi peale õhukene kirme tsingikarbonaati, $ZnCO_3$, mis hoiab tsingi hapendumise eest.

Lahjendatud hapetes ja leeliswesihapendites sulab tsink wesinikku happest wälja tõrjudes.

Tsink on kahewäärine element.

Iseäranis kergesti ühineb keemiliselt t s i n g i p u l b e r. Kui wett soendada tsingipulbriga, siis wesinik eraneb.

Segame tsingipulbrit (13 *g*) lämmastikhapuammooniumiga, NH_4NO_3, (16 *g*) ja lisame juure mõne tilga wett. Selle juures tsink hapendub nii energiliselt, et ta põlema hakkab.

Tarwitamine. Tsinki tarwitatakse metall anumate walmistamiseks. Tsingi suland wasega, „kollane wask", leiab laialist tarwitamist (60—80% waske, 20—40% tsinki). Tsingiga kaetakse ka rauda, et teda roostetamise eest hoida.

Ühendused. Kui tsinki õhus kuumutada, siis põleb ta sinika leegiga walgeks pulbritaoliseks tsinkhapendiks:

Zn	+	O	=	ZnO
65,4		16		81,4
Tsink.		Hapnik.		Tsinkhapend.

Tsinkhapendit tarwitatakse walge wärwina, mis ei muutu õhus ega ühine wääwelwesinikuga.

Tsinkhapend sünnib ka tsingi karbonaadi, $ZnCO_3$, kuumutamisel:

$$ZnCO_3 = ZnO + CO_2$$

Tsingi karbonaat. Tsinkhapend. Süsihapugaas.

Kuumutame söe peal tsingi tükikest joottoru hapendawas leegis. Walge aur, mis selle juures haihtub, on tsinkhapend.

Wääwelhaputsink, tsingiwitriol, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, saadakse tsingi sulamisel wääwelhappes, H_2SO_4. Tarwitatakse arstiteaduses silmatilkadena. Kui teda segada wärwiga, siis kuiwab see kiiremini. Mädanemise eest hoidmiseks leotakse palkisid ja laudu tsingiwitrioliga.

Kloortsink, $ZnCl_2$, sünnib tsingi sulamisel soolhappes. Tarwitatakse niisama puude leotamiseks, sest et ta surmab bakteeriaid, mis mädanemist edendawad.

Tsinkkloriidi tarwitatakse ka j o o t m i s e l, sest et ta metallihapendisi eneses sulatab.

Kloortsingi ja tsinkhapendi segu ühes klaaspuruga tarwitatakse hambatsemendina: $ZnCl_2 \cdot 3ZnO \cdot 2H_2O$.

Kaadmium, Cd = 112,40, leidub looduses ühes tsingiga. On omaduste poolest mitmeti tsingi sarnane, sulaneb 321°, keeb 778° juures. Erikaal = 8,6. Wääwliskaadmium, CdS, on kollane ja tarwitatakse kollase wärwina.

Sulandid. Metallisid wõib segada sulandatud olekus. Selle juures sünnib harilikult wastastikune sulamine („kõwad sulatised"). Sulanditel on lahkuminewad omadused wõetud metallidega.

Iseäranis tähelpanemise wäärt on, et sulandite sulanemise temperatuur on wõetud metallide sulanemise temperatuurist m a d a l a m.

Kui metallisid teatud suhtes wõtta, siis wõib õige m a d a l a sulanemise punktiga sulandi saada. Sarnast sulandit nimetatakse **eutektiliseks sulandiks.**

Woodi suland. Kui wõtta wismuti 4 k.-ü., tina 2 k.-ü., inglistina ja kaadmiumi kummagit 1 k.-ü., siis saadakse suland, Woodi metall, mille sulanemise temperatuur on 60,5°, s. t. ta sulaneb juba tulises wees.

Üksikult on nende metallide sulanemise temperatuur palju kõrgem: Bi 271°, Sn 232°, Pb 327° ja Cd 321°.

Küsimused ja ülesanded. Miks ei roosteta tsingitud raud? — Kui palju on waja tsinki, et saada 1000 *ccm* wesinikku wääwelhappest? — Walmistage *Wood'i* metall! — Kuidas weenduda, et wõetud on tsingiwalge?

46. Elawhõbe.

Hydrargyrum, Hg = 200,6.

Leidumus. Elawhõbedat leidub ehedalt tilgakestena mõnedes mäetõugudes. Suurem hulk elawhõbedat saadakse kinawerist, HgS, wääwliselawhõbe. Kinaweri leitakse Hispaanias, Kalifornias, Austrias, Wenemaal ja m.

Saamine. Kinawer põletatakse kõrgahjudes, mille juures wääwel põleb wääwlishapendiks, kuna elawhõbeda aur jahutajates weeldub. Pärast saamist filtreeritakse elawhõbe läbi naha wõi linaseriide.

Omadused. Elawhõbe on harilikus temperatuuris wedel metall. Erikaal = 13,596. Angub —38,8° kõwaks taotatawaks ja wenitatawaks hõbewalgeks metalliks. Aurab harilikus temperatuuris, keeb 357° juures. Ei sula soolhappes. Kuumas kontsentreeritud wääwelhappes ja lämmastikhappes sulab.

Elawhõbe juhib hästi soojust ja elektrit.

Amalgaam. Mitmed metallid sulawad (lahuwad) elawhõhedas. Sarnaseid sulatisi nimetatakse **amalgaamideks.**

Wiskame katseklaasi elawhõbedaga tükikese naatriumi. Naatrium sulab elawhõbedas plahwatusega. Kui naatriumi on wõetud wähe, siis saadakse wedel amalgaam, kui rohkem — siis kõwa amalgaam.

Niisama sulawad elawhõbedas wask, kuld, hõbe. Ainult raud ei sünnita amalgaamisid, ja sellepärast wõib hoida elawhõbedat raud anumates.

Õõrume waskpleki peal tilga elawhõbedat. Wask muutub hõbe wärwiliseks. Ühe päewa pärast on elawhõbe auranud ja pleki peale jääb natukene wase pulbrit, mis elawhõbedas oli sulanud.

Tarwitamine. Elawhõbedat tarwitatakse termomeetrite, baromeetrite walmistamiseks, kulla ja hõbeda saamisel nende muldadest.

Elawhõbeda amalgaami inglistinaga tarwitatakse peeglite walmistamisel.

Amalgaamiga kaetakse klaasipind. Soendamisel aurab elawhõbe ära, kuna õhukene kirme inglistina klaasi peale jääb.

Elawhõbedat tarwitatakse ka arstiteadused.

Elawhõbe ja tema aur on mürgised.

Ühendused. Elawhõbe sünnitab kaks rida ühendusi: alahapendilised, Hg_2O, ja hapendilised, HgO.

Elawhõbe ühineb hapnikuga ainult soendamisel (360°). Soendamisel ühineb ta ka wääwli, kloori ja broomiga.

Loksutame katseklaasis jooditinktuuri sees tilkakese elawhõbedat. Jooditinktuur kaotab wärwi; selle juures saadake joodiselawhõbe, HgJ_2.

Õõrume uhmris elawhõbedat wääwliga. Saadakse wääwliselawhõbe, HgS:

$$Hg + S = HgS.$$

Elawhõbehapend, HgO, on punane pulber, mis kuumutamisel 650° juures elawhõbedaks ja hapnikuks laguneb.

Elawhõbehapendist sai *Priestley* 1774 a. esimest kord hapnikku.

Klooriselawhõbe, HgCl, kalomel, on walge pulber. Tarwitatakse arstiteaduses desinfitseeriwa wahendina; wees ei sula.

Kloorelawhõbe, $HgCl_2$, sublimaat, on walge kristallaine. Sulab wees. Tarwitatakse desinfitseerimise otstarbel.

On wäga mürgine.

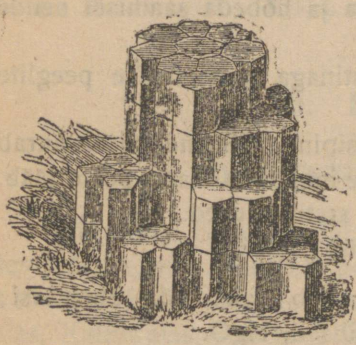
Wastumürgiks sublimaadile on weega lahjendatud munawalge, mis sublimaadiga sulamatu ühenduse sünnitab.

1% sublimaadi sulatist tarwitatakse haawade pesemiseks.

Küsimused ja ülesanded. Mitu *g* kloorwaske, $CuCl_2$, saadakse, kui 13,59*g* waskhapendit, CuO, soolhappes sulatada ja sulatise walja aurutata? — Mis sünnib puhta wasega, kui ta õhu käes seisab? — Kuidas saab elawhõbedat eraldada amalgaamist? —

Sugukonna ülewaade. Teises sugukonnas on kerged metallid: berüllium, magneesium, kaltsium, strontsium ja baarium. Nad on kahewäärised ja sünnitawad hapendisi formuli EO ja wesihapendisi formuli $E(OH)_2$ järele.

118. kujund.



Basalt.

Nende metallide sulfaatide sulawus wäheneb aatomikaalu tõusuga: magneesiumsulfaat sulab kergesti, kuna baariumsulfaat üldse ei sula.

Sugukonna rasked metallid (B rühm) on tsink, kaadmium ja elawhõbe. Need on kõik kahewäärised elemendid. Ainult elawhõbe esineb ka ühewäärisena.

Hapendid, EO, wesihapendid, $E(OH)_2$, karbonaadid, fosfaadid ja sulfiidid, ES, on wees sulamatud.

47. Raud.

Ferrum, Fe = 55,84.

Leidumus. Raud on tähtsam ja looduses kõige rohkem leiduw metall. Maakerapinnas on teda igalpool. Loomade kehas teda leidub niisama, ka wereliblede punane aine, hämoglobiin, sisaldab rauda. Taimede rohelistes osades on rauda klorofüllis.

Ehedat rauda leidub wäga wähe meteoriitides ja wäikeste osakestena basaltides (118 kujund).

Kui meteooririrauda, sideriiti, poleerida ja pinda soolhappega sööta, siis ilmuwad raua pinnale nn. *Widmannstätten'i* jooned (119 kujund).

Arwatawasti seisab ka maakera sisemus rauast, mis 1500 *km* sügawuses algab.

Saamine. Keemiliselt puhas raud saadakse raudhapendist taandamise teel wesiniku woolus. Sel wiisil saadud raud on must pulber, mis sütib õhus iseenest põlema.

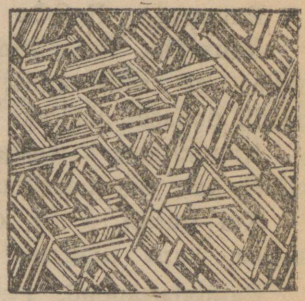
$$Fe_2O_3 + 3H_2 = 2Fe = 3H_2O$$

Raudhapend. Wesinik. Raud. Wesi.

Tehniliseks ostarbeks saadakse raud kõrgahjudes.

Omadused. Keemiliselt puhas raud on hõbewalge metall. Kuiwas õhus ei muutu raud, niiskes — roostetab. Raua pinnale ilmub nimelt kollakaspruun kirme raudwesihapendit, $2Fe_2O_3 \cdot Fe(OH)_3$. Rooste tungib ikka sügawamale raua sisse, kunni raud on läbi roosteks moondunud.

119. kujund.



Widmannstätten'i jooned meteooriraua poleeritud ja soolhappega söödetud pinnal.

Tules kuumutades ilmub raua pinnale must tagi, Fe_3O_4, mis rauda hoiab ka roostetamise eest.

Raud põleb puhtas hapnikus. Lahjendatud hapetes sulab raud, kuna kanged happed ei mõju raua peale.

Raua erik.= 7,86. Sulaneb 1505° juures. Teda tõmbab oma külge magneet. Magneedi läheduses saab raud ise ka magneedi omadused, mis magneedi kõrwaldamisega kaowad. Ainult süsinikku sisaldawas rauas ja terases jääb püsima magnetism.

Kui rauda kuumutada üle 870°, siis kaob magnetism.

Hõõgkuum raud taandab weeauru.

Kui hõõgkuuma raua wette suruda, siis osa wett muutub auruks, mille hapnikuga raud ühineb, ja raua peale ilmub raudhapendi kirme, tagi. Sel teel on wõimalik wesinikku saada:

$$3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2$$

Raudhapend, tagi.

Ühendused. Raud esineb ühendustes kahel kujul: ta wõib olla kahe- kui ka kolmewäärine, mille tagajärjel sünniwad alahapendilised ja hapendilised ühendused.

Tähtsamad rauamullad, millest rauda saadakse on järgmised:

Punane rauakiwi, raudhapend, Fe_2O_3, tarwitatakse ka punase wärwina, ja klaasi poleerimiseks, („Veneetsia punane").

Magneetrauakiwi, Fe_3O_4, on parem rauamuld. Sünnib ka raua põlemisel hapnikus. Ta on raua alahapendi ja hapendi ühendus (raudalahapendihapend).

Magneetrauakiwil on magneedi omadused.

Pruunrauakiwi, $Fe_2O_3 \cdot 2Fe(OH)_3$, on sarnane raua roostega.

Rauapagu, $FeCO_3$ on raua ja süsihapugaasi ühendus,

Rauarähk, FeS_2, leidub püriidina looduses. Sellest raua mullast ei saada rauda, sest et osa wääwlit rauda jääb, mis metalli punaselt hapraks teeb.

Kuumutame katseklaasis tükisese rauarähki, FeS_2. Ilmub wääwli aur, mis katseklaasi seintele sublimeerub.

Kui püriiti, FeS_2, kuumutada tiiglis, siis lahkub wääwel auruna, kuna tiiglisse must keha, raudhapend, Fe_2O_3, jääb.

Raudalahapend, FeO, on must pulber; leidub magneetrauakiwis.

Wääwelhapuraud, rauawitriol, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, sünnib raua sulamisel wääwelhappes:

$$Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + 2H$$

Raud. Wääwelhape. Rauasulfaat. Wesinik.

Rauawitriol esineb roheliste kristallidena („kübara must"). Tarwitatakse tintide walmistamisel ja riide wärwimisel.

Sulatame rauawitrioli wees ja lisame sinna natukene taniini wõi tamme koort juure. Sulatis läheb punakaksmustaks (tint).

Kloorraud, $FeCl_3$, sünnib raua põlemisel kloori atmosfääris. Ta on kristallaine, $FeCl_3 \cdot 3H_2O$. Tarwitatakse peitsiks riietewärwimisel. Arstiteaduses tarwitatakse kloorrauaga leotatud puuwilla were kinnipanemise wahendina („rauawatt").

Sulatame soolhappes rauda ja aurutame wedeliku ära. Kaussi jääb kloorraud.

Wääwlisraud, FeS, sünnib wääwli ja raua keemilisel ühinemisel. Tarwitatakse wääwelwesiniku saamiseks. Wääwlis-

rauda saame ka järgmiselt: walame rauawitrioli sulatisse wääwlisammooniumi. Põhja sadeneb must wääwlisraua pulber:

$$FeSO_4 + (NH_4)_2S = FeS + (NH_4)_2SO_4$$

Wääwelhapuraud. Wääwlis-ammoonium. Wääwlisraud. Wääwelhapu-ammoonium.

Ajalugu. Raud on tuntud wanast ajast. Arwatawasti saadi esimene raud meteooridest. Kuid ka wulkaanide tegewus toob mõnel pool rauda maakerapinnale.

Mõned rahwad tundsiwad rauda enne pronksiaega. Malmi saamisega kõrgahjus saadi tuttawaks alles 16. aastasajal.

Küsimused ja ülesanded. Sulatage wääwelhappes raudnaela ja aurutage saadud roheline sulatis ära. Missugune on nende roheliste kristallide koosseis? — Katsuge järele, missuguses wees roostetab puhas raud rutem, kas keedetud wõi keetmata wees? Millest oleneb see nähtus? — Kui rauawitrioli sulatisega pargitud nahka leotada, siis läheb see mustaks. Miks? —

48. Raua metallurgia.

Kõrgahju protsess. Metalle leidub looduses ehedalt wõi muldades. Suurem hulk metalle saadakse muldadest kõrgahjudes. Metallide mullad on: rähk, läik, hapend, pagu. Neist on rähk ja läik wääwli, hapend—hapniku ja pagu süsihapugaasi ühendused. Silikaatidest harilikult metalle ei saada.

Metallide saamist muldadest nimetatakse **metallurgiaks.**

Raua metallurgia sünnib järgmiselt: Tükistatud rauakiwid põletatakse wee ja süsihapugaasi eraldamiseks. Põletatud kiwid segatakse sütega (koksiga) ja sulandatakse kõrgahjudes taandamise otstarbel.

Kõrgahjus sünniwad järgmised protsessid:

I. $Fe_2O_3 + 3C = 2Fe + 3CO$

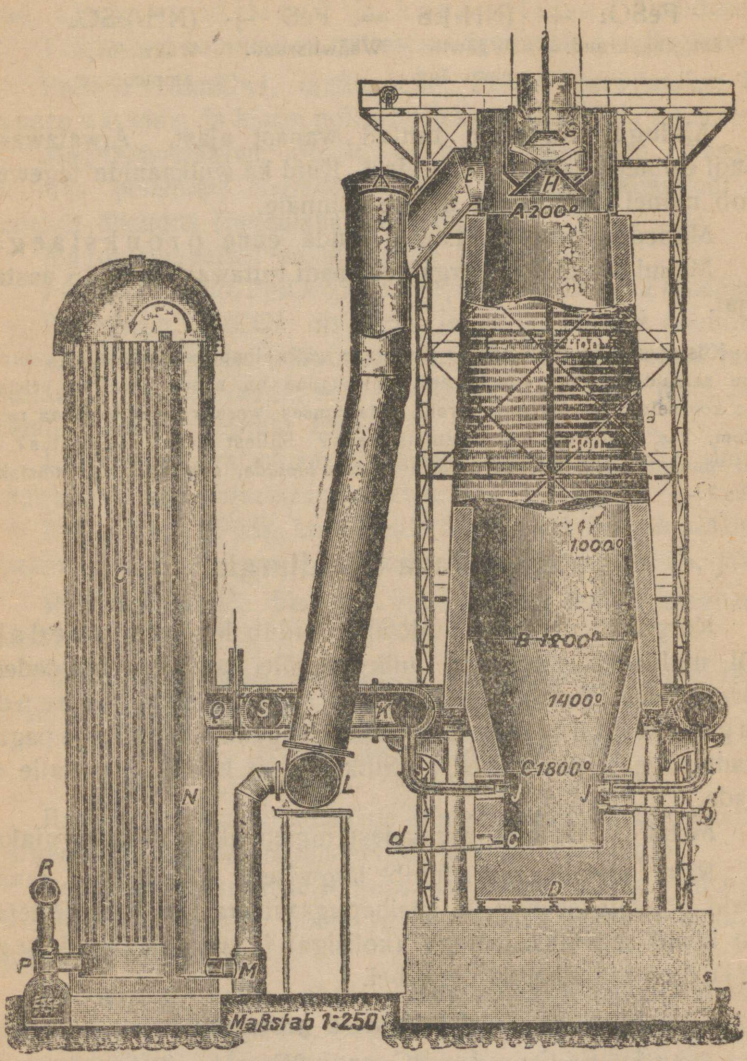
Raudhapend. Süsinik. Raud. Süsihapend.

II. $Fe_2O_3 + 3CO = 2Fe + 3CO_2$

Süsihapend Süsihapugaas.

Kõrgahjud on tulekindlast kiwist walmistatud; kõrgus on 20—30 *m* (120 kujund).

120. kujund.



Kõrgahi.

A — soenduse zoon; B — 400—800° taandamine; 1000—1200° — süsinikuga küllastumine; 1400—1800° — sulanemine ja räbu sündimine; b — räbu, c — malmi wäljalaskmise awaused; J — sooja õhu puhumine.

Pärast esialgset põletamist segatakse rauamuld s u l a n d a j a t e g a. Ränirikaste rauamuldadesse segatakse sulandajana l u b j a p a g u, happerikkaste muldadesse — k w a r t s i.

Ülewalt puistatakse kõrgahju kiht sütt (koksi), kiht rauamulda sulandajatega jne. Ülemises kõrgahju osas A (200°) soeneb muld ülestõuswatest tulistest gaasidest. Keskmises osas (400—800°) sünnib raua taandamine süsihapendiga. Osas B (1000—1200°) rikastub taandatud raud süsinikuga, muutub malmiks, mis 1400—1800° juures ühes räbuga, schlakiga, alumisesse osasse wajub, kus juures raskem malm alla jääb ja kergem räbu — peale. Malm lastakse teatud aja järele awausest d—c wälja, räbu kõrgemast awausest b. Awaused sulutakse sawi pruntidega.

Põlewad gaasid juhitakse toru EMN kaudu k a u p e r i s s e, kus nad põlewad ja soendawad torudes O olewat õhku, mis juhitakse kõrgahju SKJ kaudu, et põlemise temperatuur oleks kõrgem.

Et gaasid wälja ei peaseks, on kõrgahi ülewalt kaetud lehtriga — H.

Kõrgahjud töötawad wahetpidamata aastate jooksul.

Räbu, mis lastakse ahjust wälja, on klaasitaoline rauda sisaldaw silikaat. Tarwitatakse tsemendi walmistamiseks, ehituskiwidena jne.

Kõrgahjus sünniwad järgmised reaktsioonid:

1. Põlew süsi sünnitab süsihapugaasi, mis tungides läbi hõõguwate süte

2. moondub süsihapendiks:

$$C + CO_2 = 2CO$$

3. Süsihapend taandab r a u a rauamullast:

$$Fe_2O_3 + 3CO = 2Fe + 3CO_2$$

4. Salanenud raud sulatab eneses sütt ja muutub m a l m i k s.

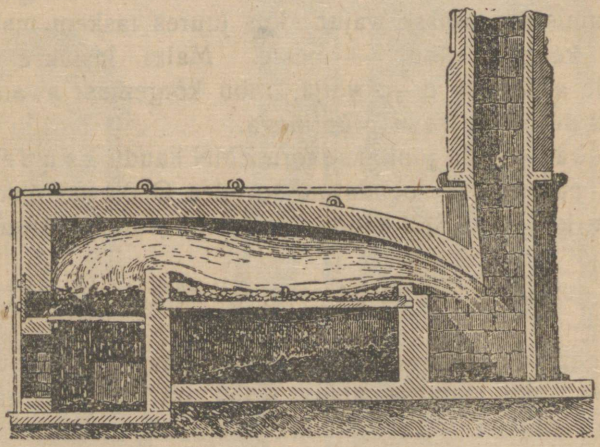
Malm. Kõrgahjudest ei saada mitte puhast rauda, sest et sulanenud raud enesse imab sütt kuni 6%. Rauda, milles on 2,5—6% sütt nimetatakse m a l m i k s. Peale seda wõib olla selles t o o r e s r a u a s weel ränimulda, fosforit, wääwlit ja m.

Kui malm, mis mangaani sisaldab, äkitselt angub, siis ühinewad süsi ja raud keemiliselt. Sarnast malmi nimetatakse walgeks malmiks ehk tsementmalmiks, Fe_3C.

Walge malm, mis wäga habras on, töötatakse ümber teraseks ja rauaks.

Kui malm sisaldab räni ja rohkem süsinikku ja angub pikkamisi, siis süsi eraneb grafiidina raua osakeste wahele.

121. kujund.



Puddelahi.

Seda nimetatakse halliks malmiks. Tarwitatakse mitmesuguste malm asjade walamiseks. On wähesel mõõdul wenitataw ja taotataw.

Teras. Teras ja raud saadakse malmist, kui wiimasest kõrwaldada süsiniku ja muud soowimatud lisandused.

Terases on 0,5—2,3% süsinikku, kuna rauas on süsiniku protsent alla 0,5.

Terast wõib karastada: Kui kuuma terase äkitselt jahutada, siis muutub ta wäga kõwaks, kuid ühes sellega ka hapraks.

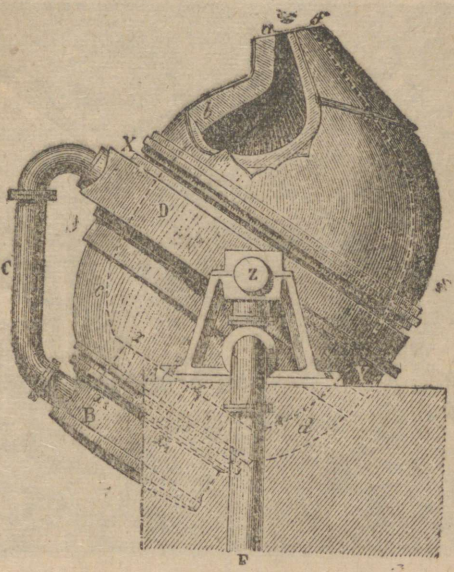
Aeglasel jahtumisel jääb teras pemeks.

Terase liikisid on wäga palju; süsiniku hulk ja muud lisandused annawad terasele mitmesugused omadused.

Eriteras, — soomus-, noatera-, wedru-, treimis-, pöitliteteras jne. walmistatakse tiiglites, kus sulandatud terasele juure segatakse niklit, kroomi, wolframi, wanaadiumi j. m.

Raud. Rauda tarwitatakse mitmel kujul. Et ta wäga wenitataw ja taotataw on, siis walmistatakse temast traati, plekki, relsisid jne. Mida wähem on rauas süsinikku, seda kõrgem on tema sulanemise temperatuur.

122. kujund.



Bessemeri konwerter.
Torude F, D, C kaudu juhitakse õhk põhjade waheruumi B, kust ta läbi awauste X, X, ja t. konwerterisse peaseb.

Wääwli lisandus rauas teeb wiimase punaselt rabedaks; sarnast rauda ei wõi taguda kuumalt.

Kui rauda süte sees kuumutada 1000° juures, siis ta imab enesesse sütt ja muutub pinnalt teraseks. Harilikult kuumutatakse rauda kastides sütepurus. Seda toimetust nimetatakse raua tsementeerimiseks.

Terase ja raua saamiseks malmist on olemas mitmesugused wiisid: puddel-, Bessemeri- ja Siemens-Martini-wiisid.

Puddel-wiis. Malm sulatatakse leekahjus (121 kujund), kus malm kokku puutub ainult leegi gaasidega. Taigna sarnast malmi liigutakse ümber raudkangidega (*to puddle* — ümber liigutama); selle juures põleb wälja malmist s ü s i n i k. Et raud ja teras kõrgemas temperatuuris sulawad kui malm, siis kakkab segu pikkamõõda anguma: segu sitkuse järele otsustatakse kas malm teraseks wõi r a u a k s on muutunud.

123. kujund.



Raua bessemeerimine ja walamine wormidesse.
Pahemal pool — konwerteri täitmine sulandatud rauaga.

Pärast angumist raiutakse raua tükid ahju põhjast lahti, kuumutakse ahjudes ja taotakse a u r u w a s a r a t e all, et raua kristallid kokku liituksid ja räbu rauast eraneks. Saadud raud wenitatakse relsideks, lehtedeks, traadiks jne.

Bessemeri-wiis. Inglane *Bessemer* wõttis raua tööstuses tarwitusele k o n w e r t e r i (Bessemeri pirn, retort). Sulandatud malm walatakse konwerterisse (122 kujund). Konwerter on pirni taoline raudanum kahekordse põhjaga, kuhu õhku juhtida wõib suure rõhumise all. Sisemine põhi on awaus-

tega, mille läbi õhk konwerterisse pressitakse, kus ta tungib läbi sulandatud raua ja toetab süsiniku põlemist.

Selle juures tekib nii kõrge kuumus, et raud jääb wedelaks. Haihtuwate gaaside ja suitsu wärwi järele otsustatakse kas konwerteris malm on muutunud juba teraseks wõi rauaks.

Walmis metall walatakse wormidesse (123 kujund).

Et malmis peale süsiniku ka muud lisandused on, millest metalli peab wabastama, siis wooderdatakse konwerter seest kwartsi mullaga, mis malmist eranewate hapenditega ühineb. *Thomas* tarwitas woodriks dolomiiti, mis fosforhapendiga ühineb ja nn. Thomasschlaki sünnitab, $Ca_4P_2O_9$. Wiimast tarwitatakse wäetisainena põllurammuks.

Bessemeri konwerteris kestab protsess 15—20 minutit.

Siemens-Martini-wiis seisab selles, et malm segatakse roostetanud raua, raudhapendi mulla, tagiga ja m. lisandustega ja sulandatakse tiiglites wõi leekahjus.

Sel teel saadakse mitmesugune eriteras.

Ajalugu. Ligi 3000 a. e. Kr. oli juba tuntud raua saamise wiis miilides. 1490 a. p. Kr. hakati raua saamiseks tarwitama sellekohaseid sulandamise ahjusid.

Praeguseid kõrgahjusid hakati tarwitama 16 a. algusel. Raua wäljasulandamiseks tarwitati esialgu ainult puusütt, pärastpoole hakati sulandamiseks tarwitama koksi.

Rauda ja teisi metallisid saadi 1910 a. tonnides (*t*=1000 *kg*).

Tähtsamates riikides.	Rauda.	Waske.	Hõbedat.	Kulda.
Ühendatud Riigid	30.200.000	566.000	1.879	146
Saksamaa	17.600.000	36.000	190	0,07
Inglismaa	9.000.000	63.000	4	0,06
Prantsusmaa	4.900.000	13.000	22	2,6
Wenemaa	2.400.000	34.000	15	48
Austria	2.600.000	4.000	48	3,3
Belgia	3.200.000	—	—	—
Hispaania	400.000	52.000	129	—
Ilmatoodang	71.400.000	1.100.000	6.596	684

49. Nikkel. Koobalt.

Niccolum, Ni = 58,68. Cobaltum, Co = 58,97.

Leidumus. Mõlemaid metalle leidub ehedalt ainult meteooriitides. Looduses leiduwad nad ühendustes arseeniga ja wääwliga: niklirähk, NiAs, nikliläik, NiAsS; koobaltirähk, CoAs, ja koobaltiläik, CoAsS.

Nikli ühendused on suuremalt jaolt rohekat wärwi, kuna koobalti ühendused on roosad wõi sinised.

Omadused. Koobalti ja niklit saadakse õige wähe.

Mõlemad metallid on füüsikaliste omaduste poolest raua sarnased Nad on hõbewalged, koobalt wähe punaka heitega.

Nikkel ei muutu õhus. Sellepärast tarwitatakse teda hapenduwate metallide katmiseks galwaanilisel teel.

Niklit tarwitatakse ka sulandite walmistamiseks: uushõbe, (Cu, Zn, Ni), rahanikkel, (25% Ni ja 75% Cu — Saksamaal), alpaka ja t.

Nikkel ja koobalt on magneedilised (tõmbuwad magneedi külge).

Ühendused. Nikkel ja koobalt esinewad ühendustes kahe ja kolme wääristena.

Koobalti weeta ühendused on sinised, wesiühendused — punased. Koobalti hapendit, Co_2O_3, tarwitatakse portsellaani ja klaasi wärwimiseks.

Nikli soolad on mürgised. Nendest on tähtsam nikliwitriol, $NiSO_4 \cdot 7H_2O$, mis tarwitatakse nikeldamisel galwanoplastikas — elektrolüüsi teel.

Sugukonna ülewaade. Raud, koobalt ja nikkel on kaheksandamas sugukonnas. Need elemendid esinewad ühendustes kahe ja kolme wääristena, — sünnitawad kaks rida ühendusi.

Nad on magneedilised.

Küsimused ja ülesanded. Miks ei angu sulandatud raud Bessemeri konwerteris? — Missuguses õhus hapendub raud? — Mis wahe on rooste ja raudhapendi wahel? — 100 *g* rauda hapendub läbi roosteks. Kui palju kaalub see roostetanud raud? —

50. Mangaan.

Manganium, Mn = 54,93.

Leidumus. Mangaani leidub looduses ühenduses hapnikuga, MnO_2, pruunkiwis ehk pürolusiidis, manganiidis, $Mn_2O_3 \cdot H_2O$ ja mangaanpaos, $MnCO_3$.

Saamine ja omadused. Puhas mangaan saadakse hapenditest taandamise teel alumiiniumiga:

$$Mn_2O_3 + 2Al = Al_2O_3 + 2Mn$$

Mangaanhapend. Alumiinium. Alumiiniumhapend. Mangaan.

Ta on walkjashall, punaka heitega metall. Erikaal = 7,4, sulaneb 1245° juures.

Hapetes sulab ta soolaks: $MnCl_2$, $MnSO_4$ ja t. Niiskes õhus hapendub.

Mangaani tarwitatakse eriteraste walmistamisel.

Mangaani walents on muutlik, wõib olla 2, 3, 4, 6 ja 7.

Ühendused. Mangaan sünnitab kaks rida soolasid: ühedes on mangaani aatom kahe-, teistes kolme walentne.

Mangaankahelishapend ehk mangaanülihapend, MnO_2, leidub looduses pürolusiidina. Tarwitatakse kloori saamisel. Walame mangaanülihapendi, MnO_2, peale soolhapet ja soendame segu. Eraldub kloor (w. 59 lhk.).

MnO_2 tarwitatakse ka klaasi keetmisel klaasis olewate raua ühenduste rohelise wärwi kaotamiseks.

Kui MnO_2 kõwasti kuumutada raud retordis, siis hapnik lahkub.

Kaaliummanganaat ehk mangaanishapukaalium, K_2MnO_4, saadakse pruunkiwist sulandamisel kaaliumwesihapendiga ja kloorhapukaaliumiga tiiglis:

$$3MnO_2 + KClO_3 + 6KOH = 3K_2MnO_4 + KCl + 3H_2O$$

Mangaanülihapend. Kloorhapukaalium. Söötkaali. Mangaanishapukaalium. Kloorkaalium. Wesi.

Saadakse roheline keha, mis wees sulab.

Manganaatideks nimetatakse mangaanishapu metallisid, permanganaatideks — mangaanhapu metallisid.

Mangaanhapukaalium, $KMnO_3$, esineb tume wiolett nõelkristallidena, mis annab wees purpurpunase sulatise. Saadakse manganaadist hapendamise wahendi abil:

$$K_2MnO_4 + Cl = KCl + KMnO_3$$

Mangaanishapukaalium. Kloor. Kloorkaalium. Mangaanhapukaalium.

Mangaanhapukaalium annab kergesti oma hapniku ära, on energiline hapendaja. Sellepärast tarwitakse mangaanhapukaaliumi desinfitseerimise wahendina arstiteaduses (haawade ja suu pesemiseks) ja mujal. Kõhule on ta kahjulik.

Walame mangaanhapukaaliumi segusse wääwiishapet; sulatis kaotab kiiresti wärwi.

Mangaanishapukaaliumi sulatis muudab seistes wärwi: alguses on ta roheline, siis muutub ta sinikakslillaks, punaseks ja lõpuks purpurpunaseks. Wärwi muutmise pärast nimetatakse teda mineraal kameleooniks.

Kui juhtida süsihapugaasi läbi kaaliummanganaadi rohelise sulatise, siis muutub sulatis purpurpunaseks; sellest wõib kristalliseerida mangaanhapukaaliumi kristallisid:

$$3K_2MnO_4 + 2CO_2 = 2K_2CO_3 + MnO_3 + 2KMnO_3$$

Kaaliummanganaat. Süsihapugaas. Potas. Mangaanis anhüdriid. Mangaanhapukaalium.

Mangaanhapukaaliumi sulatis laguneb kiiresti õhus. Naha peale jätab ta pruunika kirme mangaanhapendit, mis ka puu pruuniks peitsib.

Märkus. Mitmete omaduste suhtes mangaan esineb iseseiswa elemendina perioodses süsteemis. Mangaanil on suur affiniteet rauaga.

51. Kroom.

Chromium, Cr = 52,0.

Leidumus. Kroomi leidub looduses kroomisrauamullas, $FeO \cdot Cr_2O_3$ wõi $FeCr_2O_4$. Wähesel hulgal leidub teda ka mõnedes teistes mineraalides.

Saamine ja omadused. Kroomi saadakse kroomhapendist, Cr_2O_3, alumiiniumi abil:

$$Cr_2O_3 + 2Al = Al_2O_3 + 2Cr$$

Kroomhapend. Alumiinium. Alumiiniumhapend. Kroom.

Puhas kroom on läikiw, hõbewalge metall, erik. = 6,8, sulaneb 1515° juures. Õhus ei muutu.

Tarwitatakse sulandi, ferrokroomi ehk kroomterase, walmistamiseks.

Ühendused. — **Kroomhapend,** Cr_2O_3, on roheline pulber, mis tulekindla wärwina klaasi ja portsellaani wärwimiseks tarwitatakse. Mitmete mineraalide (näit. smaragdi) roheline wärw oleneb kroomhapendist.

Kromaadid. Lämmastik- ja soolhäppes sulab kroom soolasid sünnitades. On olemas kahe- ja kolmewalentsed kroomi soolad. Tähtsamad neist on kroommaarjas ja kaheliskroomhapukaalium.

Esimese soola kristallid on wiolett ja on sarnased alumiiniumimaarjasele.

Walame kroommaarjase sulatisse söötnaatroni sulatist. Põhja sadeneb kroomwesihapend.

Kroommaarjase keemiline formul kirjutatakse lühidalt nii: $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$.

Kaheliskroomhapukaalium, $K_2Cr_2O_7$, sünnitab punased kristallid (mürgised). Sulatist tarwitatakse wärwina. Ühes wääwelhappega leiab ta ka tarwitamist *Poggendorff*'i elemendis, kus ta hapendab tsingi läbi eraldatud wesinikku.

Kui kaheliskroomhapukaaliumiga shelatiini leotada, siis ei sula see peale walgustamist wees. Selle tõttu leiab sarnane shelatiin tarwitust klisheede walmistamisel tsinkograafias.

Kroomi soolasid tarwitatakse nahaparkimisel. Et kõik kroomi ühendused wärwilised on, siis neid ka tarwitatakse wärwidena: kollane kroon, kroomi kinawer, roheline kinawer ja t.

Kroomhaputina, $PbCrO_4$, on kollane kroon; alusline kroomhaputina, $PbCrO_4 \cdot PbO$, on punane kinawer, kroomi kinawer.

Haruldased elemendid. Kroomi sarnased on haruldased metallid wolfram, uraan ja molübdeen.

Uraan, U = 238,5. on wäga haruldane element, kõige suurema aatomikaaluga

Uraanimuld, U_3O_8, sisaldab raadiumi.

Uraan on hõbewalge metall. Uraani soolad wärwiwad klaasi kollakasroheliseks (uraan — fluorestseerib).

Wolfram, W = 184,0. Looduses leiduwad wolframkaltsiumi ja wolframraua ühendused. Wolframi tarwitatakse eriteraste walmistamisel; teras, mis 5% wolframi sisaldab, on iseäranis kõwa. Kõrge sulanemise temperatuuri tõttu (2800°) tarwitatakse wolframi elektripirnides hõõgtraadiks.

52. Tina.

Plumbum, Pb = 207,10.

Leidumus. Tina leidub looduses harwa ehedalt; seotud tina on kõige rohkem tinaläigis, PbS. Tinaläiki leidub Westfaalis, Rheinimaal, Inglismaal, Põhja-Ameerikas ja m. Tinapagu, $PbCO_3$, leidub ühes tinaläigiga.

Saamine. Tina saadakse suuremalt jaolt tinaläigist. Alguses põletatakse tinaläiki ahjus õhu juuresolekul; tinaläik muutub tinahapendiks ja wääwelhaputinaks:

$$\underset{\text{Wääwlistina.}}{PbS} + \underset{\text{Hapnik.}}{3O_2} = \underset{\text{Tinahapend.}}{PbO} + \underset{\text{Wääwlishapend.}}{SO_2}$$

$$\underset{\text{Wääwlistina.}}{PbS} + 4O = \underset{\text{Wääwelhaputina.}}{PbSO_4}$$

Pärast seda jatkatakse kuumutamist õhukinnises ahjus; tinahapend ja wääwelhaputina reageeriwad ülejäänud tinaläigiga, kus juures metall tina eraneb, mis ahjust wälja lastakse.

Omadused. Tina on sinikaheitega raske walge metall, erikaal = 11,34. Wärske lõige on ilusa läikega, mis kiiresti

mustub tinahapendiks, PbO; wiimane kaitseb õhukese kirmena alumisi tina osasid hapendumise eest.

Tina sulaneb 327°, keeb 1500° juures. Sulab lahjas lämmastikhappes lämmastikhaputinaks, $Pb(NO_3)_2$. Soola- ja wääwelhappes ei sula tina, sest et nende hapete mõjul sünnib kirme kloortina wõi tinasulfaati, mis kaitseb alumisi tina osasid.

Tsink tõrjub tina sooladest tina wälja ilusate põõsastena — kristallidena.

Äädikhaputina ehk tinasuhkru, $Pb(C_2H_3O_2)_2$, sulatisse laseme tükikese tsinki niidi otsas. Tsink mustub, ja wähe aja pärast sadub tina wälja ilusate haraliste kristallidena.

Metallid wõiwad üksteist wälja tõrjuda soolade sulatistest; järgmises reas on metallid nii asetatud, et eelmine järgmised wäljatõrjub:

Mg, Al, Zn, Cd, Fe, Ni, Pb, Sn, Sb, Bi, Cu, Hg, Ag.

Kõik tina ühendused on mürgised.

Huwitaw on tina ja wee suhe. Puhas wesi sulatab tina õhu hapniku abil tinawesihapendiks, $Pb(OH)_2$. Karges wees sünnib tina pinnale kirme tinakarbonaati ja sulfaati, mis wee mõju edasitungimist takistab. Sellepärast wõib tarwitada tinatorusid karge joogiwee juhtideks, mitte aga pehme wee jaoks.

Tarwitamine. Tinast walmistatakse torusid, akkkumulaatorisi ja sulandisi. Tähemetall on tina ja antimooni (15—25%) suland, millesse ka inglistina sulandatakse. (60% Pb, 25% Sb, 15% Sn). Tinaplekiga wooderdakse kambrid wääwelhappe saamisel. Kui tilgutada sulandatud tina 30—50 *m* kõrguselt läbi sõela wette, siis saadakse haawlid.

Ühendused. Ühendustes on tina walents muutlik; nii on hapniku ja tina ühendusi tuntud wiis: tinaalaalahapend, Pb_2O, tinahapend, PbO, tina poolteisene hapend, Pb_2O_3, tinaülihapend, PbO_2 ja punane tinahapend, Pb_3O_4, mennik.

Tinahapend, PbO, on tähtsam tina ühendus. Saadakse kõrgel kuumutamisel punakaskollase pulbrina, mis siluks nimetatakse.

Tarwitatakse tinaklaasi keetmisel ja sawianumate waapamiseks. Keetes linaõliga annab oliifi; soendades raswaga — tina plaastri.

Mennik, Pb_3O_4, saadakse tinahapendi kestwal kuumutamisel 300—400° juures:

$$3PbO + O = Pb_3O_4.$$
Tinahapend. Mennik.

Tarwitatakse punase wärwina.

Tinaülihapend, PbO_2, on pruun pulber. Saadakse menniki sulamisel lämmastikhappes, kus PbO sulab ja PbO_2 püsima jääb:

$$Pb_3O_4 + 4HNO_3 = 2Pb(NO_3)_2 + PbO_2 + 2H_2O$$
Mennik. Lämmastikhape. Lämmastikhaputina. Tinaülihapend. Wesi.

Tinaülihapend on intensiiw hapendaja. Kui teda õõruda wääwliga, siis süütub wiimane põlema. Soendamisel wääwelhappega sünnitab wääwelhaputina, $PbSO_4$, ja hapniku. Soolhappega soendamisel sünnib klooristina, $PbCl_2$, ja waba kloor.

Tinanitraat, $Pb(NO_3)_2$, on tähtsam tinasool; saadakse tina sulatamisel lahjendatud lämmastikhappes.

Äädikhaputina, $Pb(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3H_2O$, saadakse tinahapendi sulatamisel äädikhappes. Nimetatakse ka tinasuhkruks, sulab wees. Tarwitatakse äädikhapualumiiniumi, tinawalge, tinawee jne walmistamisel.

Wääwelhape ja sulatatud sulfaadid tekitawad tina soolade sulatistes sademe, **tinasulfaadi**, $PbSO_4$, mis sulab tulises kontsentreeritud wääwel- ja soolhappes kui ka leeliswesihapendites.

Tinakarbonaat, $PbCO_3$ ja $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$. Wiimasel kujul nimetatakse tinawalgeks, mis tarwitatakse walge wärwina. Tinawalge mustub wääwelwesiniku mõjul wääwlistina sünnitades:

$$Pb|CO_3 + H_2S = PbS + H_2O + CO_2$$
Süsihaputina. Wääwelwesinik. Wääwlistina. Wesi. Süsihapugaas.

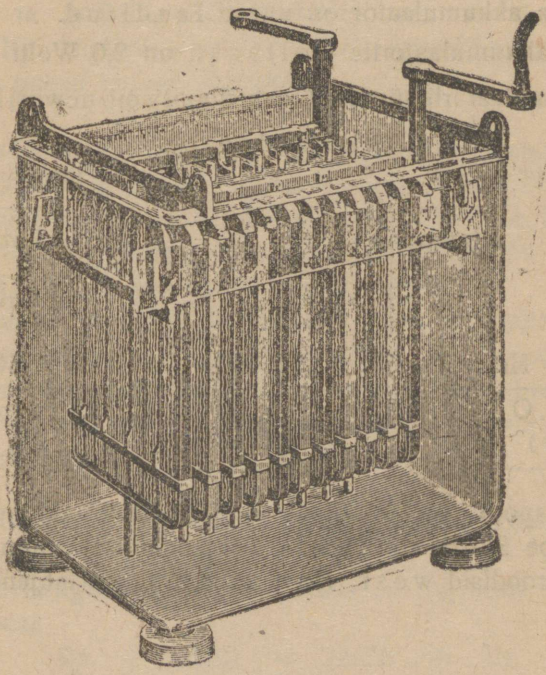
Niisutame tinawalgega paberi riba ja hoiame wääwelwesiniku gaasis. Paber mustub.

Tinawalge on mürgine wärw, kuid heade katmise omadustega.

Walame tina soola soodat; sulatises ilmub walge sade, tinawalge.

Tina ja tema sulawad soolad on mürgid, millele Glauberi sool ja lahjendatud wääwelhape wastumürgid, sest et nad sulamatuid sulfaatisid tina sooladega sünnitawad. Söögi nõud ei wõi olla tinast, ega tina sulandist, kus üle 10% tina sees.

124. kujund.



Akkumulaator,

Auklised tina plaadid ripuwad lahjendatud wääwelhappes. Akkumulaatorisi wõib koondada patareiks.

Akkumulaator. Akkumulaatorisi tarwitatakse elektrienergia hoidmiseks keemilise energiaks moondumise teel. Praktikas tarwitatakse harilikult tina akkumulaatorid (124 kujund). See on anum, kus tinahapendiga kaetud tinast auklise plaadid lahjendatud wääwelhappes (20—30% H_2SO_4) seisawad. Kui elektriwool läbi happe juhtida, siis moondub elektrienergia keemiliseks energiaks ja soojuseks, mille juures

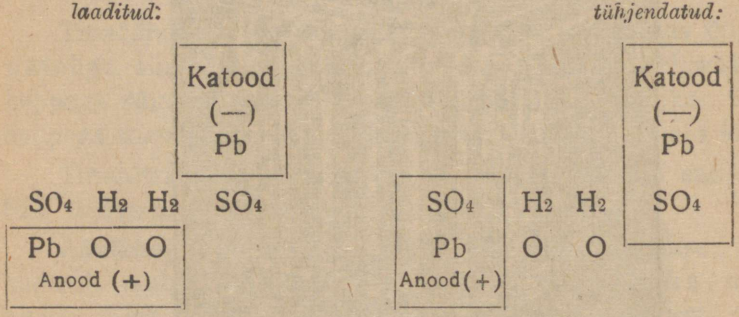
katoodi (—) peal tina ja anoodi (+) peal tinaülihapend ilmuwad. Kui mõlemid plaadid juhiga ühendada wäljaspool wõrku, siis saadakse uuesti elektrienergia ja akkumulaator tühjendub. Sündiw keemiline protsess ei ole küllalt selge, kuid lõpu protuktina ilmub mõlemi plaadi peale tinawitriol, $PbSO_4$, kuna wääwelhape lahjeneb.

Kui elektriwool uuesti läbi akkumulaatori juhtida, siis ilmub ühe pooluse (katoodi) peale jälle tina, teise (anoodi) peale — tinaülihapend, wääwelhappe kangus suureneb endise normini, ja akkumulaator on uuesti laaditud.

Tina akkumulaatorite woltaash on 2,0 Wolti.

Akkumulaatoris sündiwat reaktsiooni wõib niiwiisi kujutada:

Akkumulaator.



Wäljaspool elektroodisid on laaditud akkumulaatoris wääwelhape SO_4H_2 ehk H_2SO_4. Tühjendamisel sünnib wäljaspool elektroodisid wesi, H_2O, mille tõttu ka lahjendub wääwelhape.

53. Inglistina.

Stannum, Sn = 119,0.

Leidumus. Inlistina leidub looduses inglistinahapendina inglistinakiwis, SnO_2 kust teda saadakse kõrgahjus taandamise teel sütega:

$$SnO_2 + 2C = Sn + 2CO$$

Inglistinahapend. Süsinik. Inglistina. Süsihapugaas.

Omadused. Inglistina on walge, kõwa, läikiw, kristallehitusega metall. Erik. = 7,29, sulaneb 232° juures. Inglistina on taotataw. Teda wõib õhukeste lehekestena saada (*stanniol* — lehtinglistina). Õhu käes ei muutu inglistina; sellepärast tarwitatakse teda raud ja wask kastrulite, raudpleki jne. tinutamiseks, sest et ta hoiab anumaid hapete, ja soolade mõju eest.

Madalas temperatuuris moondub inglistina allotroobiliseks teisendiks, mis halli wärwi on, erik. = 5,8. Löömisel puruneb ta pulbrik. Kiiresti sünnib see moondumus —20° juures. Kui inglistina allotroobilist teisendit sulandada, siis saadakse uuesti endine inglistina.

Tarwitamine. Inglistina tarwitatakse mitmesuguste sulandite walmistamiseks ja jootmiseks. Walgemetallis, mis laagrite alusteks tarwitatakse, on 80—90% Sn, 8—15% Sb ja 2—8% Cu. Britanniametallis: 90% Sn, 10% Sb. Jootmisetinas: 1 k.-ü. tina ja 1—2 k.-ü. inglistina.

Jootmise juures ühendatakse metallid sellesama wõi mõne muu kergesti sulanewa metalliga. Enne jootmist peab puhastama ühendatawate metallide pinnad hapenditest. Selleks määritakse neid puraga, kolofooniumiga, kloortsingiweega wõi stearііniga.

Ühendused. Ühendustes on olemas kahe ja nelja walentne inglistina.

Kloorisinglistina, $SnCl_2$, saadakse inglistina sulatamisel soolhappes:

$$Sn + 2HCl = SnCl_2 + H_2$$

Inglistina. Soolhape. Kloorisinglistina. Wesinik.

Kui kloorisinglistina sulatisse kloorwett juure walada, siis muutub ta **klooringlistinaks:**

$$SnCl_2 + Cl_2 = SnCl_4$$

Kloorisinglistina. Kloor. Kloorinглistina.

Kloorisinglistinal, $SnCl_2$, on taandamise omadused.

Walame kloorinглistina sulatisse sublimaati; ilmub kalomeli sade, mis ei sula wees:

$$2HgCl_2 + SnCl_2 = 2HgCl + SnCl_4$$

Kloorelawhõbe. Sublimaat. Kloriselawhõbe. Kalomel.

Taandamine wõib ka senni edasi kesta, kunni elawhõbe wabaks saab (kui kloorisinglistina tarwilikult palju on).

Sulatame soendades 1 *g* inglistina wõi stannioli kanges soolhappes. Filtreeritud sulatist lisame kloorelawhõbedasse (sublimaati). Ilmub walge sade, mis kuumutades halliks muutub. Halli pulbrit luubi abil waadates, näeme wäikseid elawhõbeda piiskasid:

$$2HgCl + SnCl_2 = SnCl_4 + 2Hg$$

Kloorelawhõbe. Kloorisinglistina. Klooringlistina. Elawhõbe.

Inglistinahapend, SnO_2, sünnitab sulandades leelistega inglistinahappe soolasid:

$$SnO_2 + 2NaOH = Na_2SO_3 + H_2O$$

Inglistinahapend. Söötnaatroon. Inglistinahapunaatrium. Wesi.

Inglistinahappe saame järgmise katsega. Soendame klooringlistina, $SnCl_4$, sulatist wees. Sadub walge inglistinawesihapend, $Sn(OH)_4$:

$$SnCl_4 + 4HOH = Sn(OH)_4 + 4HCl$$

Klooringlistina. Wesi. Inglistinawesihapend. Soolhape.

Kui sulatist kauemat aega kuumutada, siis saadakse inglistinahape:

$$H_4SnO_4 = H_2SnO_3 + H_2O$$

Inglistinawesihapend. Inglistinahape. Wesi.

Peale inglistinahappe on weel olemas metainglistinahape, millel teised omadused. Saadakse inglistinast ja lämmastikhappest:

$$Sn + 4HNO_3 = H_2SnO_3 + 4NO_2 + H_2O$$

Inglistina. Lämmastikhape. Metainglistinahape. Lämmastikkahelishapend. Wesi.

Inglistinahapunaatriumi, Na_2SnO_3, tarwitatakse peitsiks riide wärwimisel.

Joottoru. Nagu teada wõib leegis märgata kolm zooni. Neist on wälimine zoon hapendawate, sisemine — taandawate omadustega (oksüdatsioon- ja reduktsioon-leegid — 125 kujund).

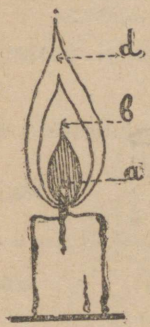
Neid leegi omadusi kasutatakse joottoru abil.

Joottoru (126 kujund) on õige nurga all keeratud toru. Lühem ots peenikese awausega surutakse leeki, kuna pikemast puhutakse. Lühema otsa tipp on harilikult platiinist walmistatud.

Joottoru tarwitatakse ka kõrge temperatuuri saamiseks.

Kui joottoru lühema otsa suruda sügawasse leegi sisse (keskele) ja teisest otsast puhuda, siis puhtub kõrwale sinikas hapnikurikas leek, mille abil hapendada wõib kehasid (a), mis leegiga kokku puutuwad (127 kujund).

125. kujund.



Leegi ehitus.
d — hapendawleek.
b — taandawleek.

126. kujund.



Joottorud.

Kui joottoru otsaga puudutada ainult leegi wälimist zooni ja puhuda, siis saadakse taandaw leek, sest et selles leegi osas, mis kehaga (b) kokku puutub, palju põlematuid aineid on; lõpulikuks põlemiseks wõtawad nad hapnikku teistelt kehadelt.

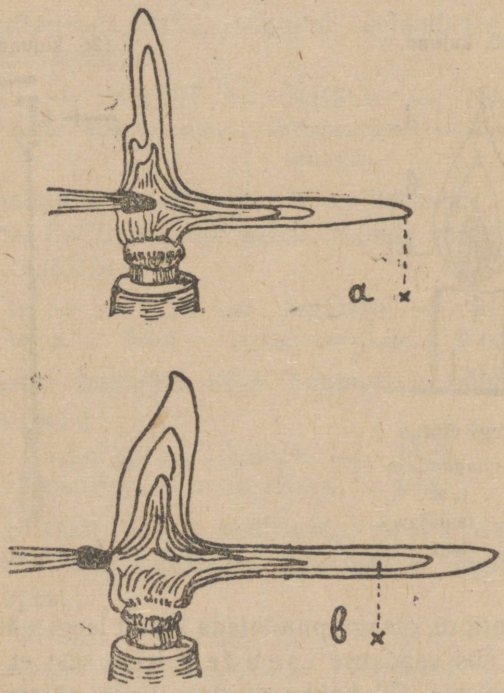
Joottoru juures tarwitatakse piirituse (segatud bensooliga), bensiini, gaasi wõi ka küünlatule leeki.

Wõtame tükikese puusütt ja uuristame sinna lohukese sisse, kuhu mahutame tina tükikese. Juhime tina peale hapendawa leegi: tina kattub tumeda tinahapendi kirmega (tinatuhk), sest et hapendawaleegi kõrges kuumuses ühineb tina hapnikuga.

Juhime sellesama tinahapendi peale **taandawa** leegi, saame uuesti metall tina, sest et leegi süsiwesiniku põlemata süsinik wõtab tinahapendist hapniku ära (taandamine, redukt-sioon).

Küsimused ja ülesanded. Kui mitu kilogrammi tinawalget, $2Pb(CO_3) + Pb(OH)_2$, saadakse 92 *kg* tinast? — Keedame kahes katseklaasis metall tina: ühes destilleeritud, teises kaewu, kraani wees. Mis sünnib tinaga ühes

127. kujund.



Joottoru tarwitamine:
a — hapendawa, oksüdeeriwa ja
b — taandawa, redutseeriwa leegi saamisel.

katseklaasis? — Kuumutage tükikese tsinki puusõe lohus joottoru **hapendawas** leegis. Mis ilmub puusõe peale? Mis aine see on? — Juhtige tinasoola sulatisse wääwelwesinikku. Mis sünnib sulatisega? — Kuidas wõib katsuda, kas walge wärw tina- wõi tsinkhapend on? — Segage wääwliõli ja tsingi laastusid ja sulandage tulel. Mis sünnib? — Keetke inglistina lehte wõi puru soolhappes. Mis sünnib sarnasel kuumutamisel? —

Sugukonna ülewaade. A rühma sellest sugukonnast moodustawad süsinik ja räni,—mittemetallid. Aatomikaalu tõusuga selle rühma elemendid muutuwad aluseid sünnitawateks: titaan, tsirkoonium, tseerium, ja toorium. Ühendusi sünnitawad mainitud elemendid järgmiselt:

hapendid EO_2	nitraadid $E(NO_3)_4$
wesihapendid $E(OH)_2$	sulfaadid $E(SO_4)_2$
kloriidid ECl_2	sulfiidid ES_2

B rühma elemendid germaanium, inglistina ja tina on metalli'd. Ühendusi sünnitawad nad järgmiselt:

hapendid EO	kloriidid ECl_2
wesihapendid $E(OH)_2$	nitraadid $E(NO_3)_2$
sulfiidid ES	sulfaadid $E(SO_4)$

Järgmises tabelis on sugukonna ühtlased omadused näidatu:

Omadused.	Süsinik. C	Räni. Si	Inglistina Sn	Tina. Pb
Aatomikaal	12,005.	28,3	118,7	207,2
Erikaal	2,1—3,5	2,35	6,8	7,5
Walents	2,4	4	2,4	2,4
Hapniku ühendused	CO, CO_2	SiO_2	SnO, SnO_2	PbO, PbO_2
Soolad	Na_2CO_3	Na_2SiO_3	Na_2SnO_3	Na_2PbO_3

Nagu tabelist näha tõusewad ühes aatomikaaluga ka erikaalud. Hapniku ühendused on kahesugused: alahapendilised ja hapendilised. Soolad on kõik ühe tüübilised.

54. Wask.

Cuprum, Cu = 63,57.

Leidumus. Waske leidub looduses ehedalt, sest et ta ei sünnita keemilisi ühendusi mitte liiga kergesti.

Wase ühendused, mis looduses leiduwad, on järgmised: punane wasekiwi, Cu_2O, malahiit, $CuCO_3 \cdot Ca(OH)_2$, (128 kujund), wase lazuur, $2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$, waserähk, $CuFeS_2$, ja waseläik, Cu_2S.

Kõige tähtsam neist looduslistest waseühendustest on waserähk, wase ja raua kaksiksulfiid.

Saamine. Wask saadakse hapniku ühendustest kuumutamise teel sütega:

$$2CuO + C = 2Cu + CO_2$$

Waskhapend. Süsinik. Wask. Süsihapugaas.

128. kujund.



Malahiit.

Tume roheline; poleeritud pinnal ilmuwad ilusad jooned.

Wääwli ühendustest wase saamine on kaunis liit. Kõrg- wõi leekahjudes põletatakse wasemulda kwartsi ja sütega. Raud ühineb hapnikuga räbuks, kuna wase ühendus wääwliga räbu alla koguneb. Pärastistel ümbersulandamistel mitmesuguste sulandajatega saadakse wask.

Segame 2—3 *g* waskoksüüdi, CuO, pulbrit ühe kümmendiku k.-ü. puusüte pulbriga ja kuumutame segu katseklaasis. (129 kujund). Haihtuwa gaasi juhime läbi lubjawee. Lubjawees ilmub kriidi sade:

$$2CuO + C = 2Cu + CO_2$$

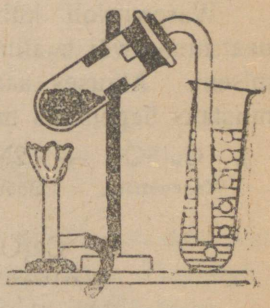
Waskhapend. Süsinik. Wask. Süsihapugaas.

Selle nähtuse juures sünnib taandamine ja metall wask wabaneb.

Füüsikalised omadused. Wask on punane metall, wenitataw ja taotataw. Waske wõib wäga õhukesteks lehtedeks ja peenikeseks traadiks wenitada. Erikaal = 8,93, sulaneb 1084° juures. Wask juhib wäga hästi elektrit; ses suhtes läheneb ta hõbedale, mis on kõige parem elektrijuht.

Keemilised omadused. Kuiwas õhus ei muutu wask. Niiskes õhus ilmub wase pinnale roheline kirme aluslist karbonaati. Soolhappega ei ühine ta; lämmastik- ja tulises kontsentreeritud wääwelhappes sulab wask. Kuumutamisel hapendub wask, mustub; sünnib waskhapend, CuO. Wase soolad on mürgised. Sellepärast peab wask keeduanumaid katma inglistina wõi nikliga.

129. kujund.



Waskhapendi taandamine sütega.

Waske on ka õige wähe taimede ja loomade organismis. Leiwas on 1*kg* ligi 0,004*g* waske, kartulites 0,002*g*. Meres elutsewate molluskide weres etendab wask sedasama osa, mis raud teiste loomade weres, hämoglobiinis.

Aastatuhandate jooksul on inimese organism wasest anumaid tarwitades, mürgiste wasesooladega harjunud nii et täiskaswanud inimene päewas kuni 100*mg* wasesoolasid ilma kahjuta wälja kannatab. Muude madalate organismide peale mõjuwad wase ühendused surmawalt.

Ajalugu. Inimesesoo arenemisel on wask õige suurt osa etendanud, sest et teda looduses ehedalt, sidumata leidub. Kiwiajale järgnes p r o n k s a e g, kus inimene walmistas tarberiistad kõik wasest ja wase sulanditest. Nii tarwitati juba 4 aastasaja e. Kr. *Kaldeas* waskanumaid.

Wase ühendused. Wase soolade sulatistest tõrjutakse wask rauaga ja tsingiga wälja, niisama sa elektriwooluga.

Puistame wasewitrioli, $CuSO_4$, sulatisse rauapuru ja loksutame hästi läbi. Wask sadeneb põhja, kuna sulatis rohekaks muutub, — sünnib rauawitriol, $FeSO_4$.

Wasewitrioli sulatisse pistame puhta tsingi pleki. Selle peale kogub wask, kuna tsink sulatisse üle läheb:

$$Zn + CuSO_4 = ZuSO_4 + Cu$$

Tsink. Wasewitriol. Tsingiwitriol. Wask.

Wask sünnitab kaks rida ühendusi: alahapendilised ja hapendilised ühendused. Esimestes on wask ühe, teistes kahe walentne.

Waskalahapend, Cu_2O, heleroheline pulber. Wase kuumutamisel tules on seda wärwi näha.

Waskhapend, CuO, must pulber. Saadakse wase põletamisel, kui ka **waskwesihapendist,** $Cu(OH)_2$.

Wasewitrioli külma lahjendatud sulatisse lisame juure naatrium- wõi kaaliumwesihapendit ja soendame kunni keemiseni. Alguses saadakse sinikas wesihapend, mis pärast mustaks hapendiks muutub:

I. $Cu|SO_4 + 2Na|OH = Na_2SO_4 + Cu(OH)_2$

Wasewitriol. Söötnaatron. Wääwelhapunaatrium. Waskwesihapend.

II. $Cu(OH)_2 = CuO + H_2O$

Waskwesihapend Waskhapend. Wesi.

Wasksulfaat, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, wasewitriol (*Cuprum sulfuricum*). Sünnitab sinised kristallid, mis soendamisel wee eraldawad ja walgeks muutuwad.

Soendamisel kunni 100° lahkuwad wasewitriolist 4 molekuli wett. Et ka ülejäänud wee molekulid, mis tugewamini seotud, lahkuksiwad, peab kuumutama wasewitrioli kunni 200°.

Õõrume wasewitrioli uhmris pulbriks. Kuumutame pulbrit katseklaasis kunni 200°. Eralduwa weeauru wõib weeldada jahutise abil. Kui jahtunud pulbri peale, mis walgeks muutunud, wett tilgutada, ühineb see sooja eraldamisega uuesti weega ja wärwub siniseks.

Wasewitrioli tarwitatakse galwanoplastikas, wärwimise juures ja puude (wiinapuude) arstimisel (surmab bakteeriad ja seened), galwaani elementides (*Danieli*) jne.

Wasksulfiid, CuS, on pruunikas must pulber. Sünnib wääwelwesiniku juhtimisel läbi wasksoola:

$$Cu|SO + H_2|S = CuS + H_2SO_4$$

Wasewitriol. Wääwelwesinik. Wasksulfiid. Wääwelhape.

Lahjendatud wasewitrioli sulatisse lisame paar tilka soolhapet ja siis wääwelwesinikku. Sünnib wasksulfiidi sade.

Wase sulandid on mitmesugused ja arwurikkad. Peale wase on neis tsinki, inglistina, alumiiniumi jne. Tähtsamad neist on järgmised:

Pronks. Pronksi on mitme wärwilist, — pruunikaskollasest kunni helekollaseni. Sisaldawad harilikult inglistina. Alumiiniumi pronksis on 10% Al.

Walgewask. Walgewask on wase ja tsingi suland, kus 50% Zn. Tompakis on 18% Zn.

Uushôbe. See suland sisaldab 40—60% Cu, 19—44% Zn ja 6—22 niklit.

55. Hôbe.

Argentum, Ag = 107,88.

Leidumus. Hõbedat leidub looduses niihästi ehedalt, kui ka ühendustes wääwliga (Ag_2S) ja halogeenidega. Tinaläigis, PbS, on harilikult hõbesulfiidi, kust ka hõbe saadakse.

Saamine. Hõbe saadakse harilikult hõbedat sisaldawatest tina- ja wasemuldadest. Tinamullast saadakse alguses hõbedat sisaldaw tina, mis pikkamisi angub. Kõige pealt angub puhas tina, mis wälja lastakse. Ülejäänud suland püsib kauemat aega wedelikuna.

Mõnedest hõbemuldadest saadakse hõbe elawhõbeda abil kätte.

Hõbemuld segatakse wasewitrioliga ja keedusoolaga. Peale selle lisatakse elawhõbedat juure, mis hõbedaga amalgaami sünnitab. Destilleerimisel saab lahutada elawhõbedat hõbedast.

Ühel või teisel teel saadud hõbe tuleb weel puhastada, raffineerida sulatamise teel wääwelhappes ja soendamisel rauaga:

I. $2Ag + 2H_2SO_4 = Ag_2SO_4 + SO_2 + 2H_2O$

II. $Ag_2SO_4 + Fe = FeSO_4 + 2Ag$

Hôbesulfaat. Raud. Rauasulfaat. Hôbe.

Wiimasel ajal puhastatakse hõbedat elektrolüüdiliselt.

Omadused. Hõbe on walge, läikiw metall. Ta on wäga wenitataw ja taotataw. Hõbedast wõib walmistada kunni 0,0027 *mm* paksuseid lehekesi, mis ka läbi lasewad walgusekiiri, ja peenikest, kunni 0,001 *mm*, traati: 2 *km* pikkune traat kaalub 1 *g*.

Hõbe on kõige parem elektrijuht. Kui elawhõbeda elektri juhtiwust 0° juures lugeda 1, siis wõrdub 18° juures hõbeda juhtiwus 59, wase = 55, raua = 6—10, platiini = 6,5, uushõbeda = 3—6.

Hõbeda erik. = 10,5. Sulaneb 967°, keeb 1955° juures. Selles temperatuuris wõib hõbedat destilleerida.

Puhtas õhus ei muutu hõbe isegi kõrges temperatuuris. Wäga tundelik on hõbe wääwelwesiniku wastu.

Wääwelwesinikku sisaldawas õhus ilmub hõbeda peale must wääwelhõbe, Ag_2S, kirme.

Ka minimaal hulk wääwelwesinikku mõjub hõbeda peale. Nii mustuwad ajajooksul hõbedast asjad, mis eluruumides hoitakse.

Soolhappes ei sula hõbe, küll aga lämmastikhappes, $AgNO_3$. Tsink, raud, wask tõrjuwad hõbeda sulatistest wälja.

Walame klaasikesele lämmastikhõbeda, $AgNO_3$, sulatist. Kui wäikese tükikese puhast tsinki sinna sisse panna, siis ilmub klaasi peale sambla taolised hõbeda kristallikesed — hõbepõõsas.

Tarwitamine. Hõbe on pehme metall. Harilikult tarwitatakse hõbeda ja wase sulandit (90% Ag, 10% Cu) rahade ja m. asjade walmistamiseks.

Galwaanilisel teel kaetakse hõbedaga (hõbetataw ese on katoodiks) waske, rauda ja t. metallisid, et neid hapendumise eest hoida.

Hõbeamalgaami tarwitatakse wiimasel ajal peeglite walmistamiseks.

Ühendused. Hõbe on püsiw metall ja sellepärast ei ühine ta mitte õhus seistes hapnikuga. Hapniku ja hõbeda ühendusi wõib saada ainult kaudsel teel.

Kallutame hõbenitraadi (põrgukiwi) sulatisse söötnaatroni. Jlmub pruun sade hõbehapendit, Ag_2O:

$$2AgNO_3 + 2NaOH = Ag_2O + H_2O + 2NaNO_3$$

Põrgukiwi. Söötnaatron. Hõbehapend. Wesi. Lämmastikhapunaatrium.

Hõbenitraat, $AgNO_3$ (*Argentum nitricum*), lämmastikhapuhõbe ehk põrgukiwi (*Lapis infernalis*) saadakse hõbeda sulatamisel lämmastikhappes.

Hõbenitraat on wärwitu kristallaine. Tal on sööt omadused. Tarwitatakse arstiteaduses. Orgaanilised kehad, näit. inimese nahk, wärwuwad mustaks hõbenitraadist, sest et wäikesed hõbe terakesed eranewad selle juures.

Kloorishõbe. Kui põrgukiwi sulatisse walada soolhapet, siis saadakse walge kloorishõbe, AgCl, sade, mis wees ja hapetes ei sula, küll aga ammoniakis ja alawääwlishapunaatronis, $Na_2S_2O_3$:

$$AgNO_3 + HCl = AgCl + HNO_3$$

Põrgukiwi. Soolhape. Kloorishõbe. Lämmastikhape.

Kui põrgukiwi sulatisse walada joodisnaatriumi wõi broomisnaatriumi, siis saadakse niisama kollane wõi kollakas sade:

$$AgNO_3 + NaJ = AgJ = NaNO_3$$
$$AgNO_3 + NaBr = AgBr = NaNO_3$$

Lämmastikhapuhõbe. Joodis-, broomisnaatrium. Joodis,- broomishõbe. Naatriumisalpeeter.

AgCl, AgBr ja AgJ mustuwad walguse kiirte mõjul, mille juures peenikene must hõbe pulber eraneb. Selle omaduse pärast tarwitatakse broomishõbe, AgBr, fotograafias walgusetundliku paberi ja plaatide walmistamiseks.

Wääwlishõbe, Ag_2S. Hõbeda ja wääwli wahel on suur affiniteet. Hõbe asjad mustuwad wääwliswesiniku mõjul. Niisama hõbe lusikad mustuwad munawalgest, milles on wääwlit. Ammoniak wedelikus sulab wääwlishõbe.

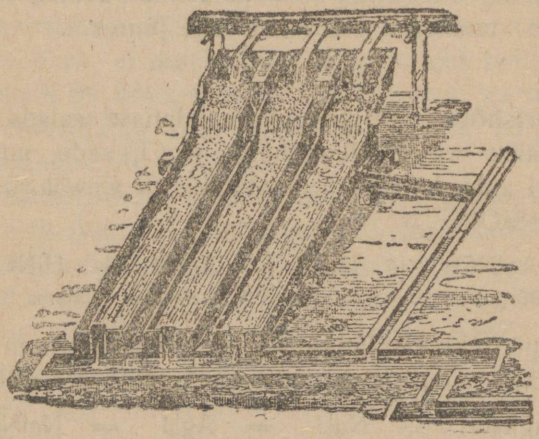
56. Kuld.

Aurum, Au = 197,2.

Leidumus. Kulda leidub looduses püsiwmetallina. Suuremalt jaolt ehedalt, wahel ka sulandites hõbedaga. Kulda leidub jõgede liiwas, kuhu ta uhutakse mägede murenemisel. Mäetõugudes, kwartsis, esineb kuld soontena, pesadena, wõi üksikute suuremate ja wähemate kristallidena.

Tähtsamad kulla leidmise kohad on Siberis, Uuralis, Austraalias, Kalifornias, Mehikos, Transwaalis ja m.

130. kujund.



Kulla pesemise renn.

Weega satub õige peenikene terakuld ka merde, kus teda umbes 0,02 *mg* ühes *t* leidub. Wõib arwata, et ilmameredes kokku 15 kunni 20 miljoni tonni (1 *t* = 1000 *kg*) kulda on.

Saamine. Liiwast saadakse kuld mehaaniliselt pesemise teel, wõi keemiliselt elawhõbeda amalgaamiga. Kulda sisaldawat liiwa pestakse isesugustes rennides (130 kujund), kus kuldterad renni põõnadega kinni peetakse, kuna kerge sawi ja liiw weega ära uhtuwad.

Keemilisel teel saadakse kuld elawhõbeda abil. Kulda sisaldaw muld segatakse elawhõbedaga, mis kullaga amalgaami sünnitab.

Amalgaamist saadakse kuld ajamise teel: anumas kuumutatakse amalgaami, — elawhõbe aurab, kuna kuld anumasse jääb.

Mäetõugudest saadakse kuld mehaaniliselt: suuremad kulla tükikesed ja terad leitakse murdmisel, kuna ülejäänud osa liiwaks purustatakse ja kuld ülewalpool nimetatud wiisil kätte saadakse.

Omadused. Kuld on kollane, pehme, taotataw metall. Kullast wõib walmistada õhukesi (0,0001 *mm* kunni isegi 0,000005 *mm*) lehekesi, mis lasewad läbi walgust roheka wärwiga. 1 *g* kulda wõib wäljawenitada 2500 *m* pikkuseks traadiks. Kulla erik. = 19,3. Sulaneb 1064° juures.

Hapetes ei sula kuld. Kuningwees sulab ta kolmelisklooriskullaks, $AuCl_3$. Sellest sulatisest saab kulla kätte rauawitrioli wõi kloorisraua redutseeriwal mõjul:

$$3FeCl_2 + AuCl_3 = 3FeCl_3 + Au$$

Kloorisraud. Kolmelisklooriskuld. Kloorisraud. Kuld.

Tarwitamine. Puhas kuld on praktiliseks otstarbeks liiga pehme. Harilikult tarwitatakse kulla sulandisi hõbeda wõi wasega. Kuldrahades on 90% Au ja 10% Cu.

Kulda loetakse wäärtuste mõõduks.

Ühendused. Kullal on wäga piiratud sugulus teiste elementidega. Praktilist tarwitust leiab kulla kloriid, $AuCl_3$, mis saadakse kulla sulatamisel kuningwees. Kullasoola, $NaAuCl_4 \cdot 2H_2O$, tarwitatakse fotograafias üleswõtete wärwimiseks.

Kolloid kuld. On tuntud isesugused liimitaolised sulatised, milles sulatatud ained õige wäikeste osakestena ujuwad. Neid sulatisi nimetatakse **kolloid sulatisteks.**

Juba wanasti oli tuntud kuldpurpur, mis kulla soola sulatises kloorisinglistina mõjul ilmub.

Kuldpurpuri wärwiw mõju on wäga suur: teda wõib isegi weel siis märgata, kui 1 k.-ü kulda 100 miljonis k.-ü wees on sulatatud.

Kuldpurpuris on kuld kolloid olekus.

Kuldpurpuri tarwitatakse ka punase klaasi saamisel.

Ultramikroskoobi abil wõib märgata kuldpurpuris kulla osakesi.

Sugukonna ülewaade. Wask, hõbe ja kuld moodustawad ühise rühma. Wask on poolpüsiw-, hõbe ja kuld- püsiwmetallid, sest et nad harilikult õhus seistes ühendusi ei sünnita. Keemiliste omaduste poolest on wask, hõbe ja kuld wastandid leelismetallidele, milledega nad ühises sugukonnas.

Omadused.	Wask. Cu	Hõbe. Ag	Kuld. Au
Aatomikaal	63,57	107,88	197,2
Erikaal	8,94	10,5	19,33
Sulanemise t^0	1050°	954°	1200°

Küsimused ja ülesanded. Kuidas saab oksüdeeritud hõbedat uuesti muuta puhtaks hõbedaks? — Kuidas wõib soolhappega kulla ehtsust proowida? — Hoidke wähe aega niiske hõbedast asi wääwliswesiniku aurus. Mis sünnib sellega? —

57. Platiin.

Platina, Pt = 195,2.

Leidumus. Platiini leidub looduses ehedalt, wäikeste terakestena Uurali jõe liiwas (ka Kalifornias ja Austraalias). Uural annab 90—95% platiini. 1904 a. saadi teda Wenemaal 5000 t. Platiin on kõige kallim tarwitatawatest metallidest.

Saamine. Platiini saadakse liiwast kätte kuningwee abil, milles platiin sulab. Kui sulatisele juure lisada salmiaki sulatist, siis sadub platiinsalmiak, millest kuumutamisel urbne platiin, käsnplatiin, saadakse.

Omadused. Plaatiin on hõbewalge läikiw raske metall. Erikaal = 21,48. Sulaneb 1780° juures. Käsnplatiinil on katalüüdilised omadused.

Tarwitamine. Platiinist walmistatakse keemias tarwitatawaid apparaatisid: tiigleid ja retortisid hapete ajamiseks. Platiinist walmistatakse elektroodisid, hõõglampide traatisid, ja m., kui kõrges temperatuuris katseid tuleb teha.

Wenemaal tarwitati omal ajal platiini ka rahade walmistamiseks.

Platiin sulab ainult kuningwees kloorplatiiniks, $PtCl_4$.

Osmium, Os = 190,9. See on kõige raskem tuntud aine. Erik. = 22,48. Sulaneb 2500° juures, — ei sulane isegi paukgaasi leegis.

Tarwitatakse hõõglampide traatide walmistamisel, — Aueri osmiumlambid.

Platiinmetallid. Platiinmetallide*) sugukonna moodustawad kuus elementi, mis kahte rühma jagunewad:

I. Kerged platiinmetallid:

	Aatomikaal	*Erik.*	*Sulanem. t°*
ruteenium	101,7	12,26	1900°
roodium	102,9	12,6	1850°
pallaadium	106,7	11,9	1587°

II. Rasked platiinmetalli:

	Aatomikaal	*Erik.*	*Sulanem. t°*
osmium	190,9	22,48	2500°
iriidium	193,1	22,42	2300°
platiin	195,2	21,48	1780°

Platiinmetallid leiduwad looduses ainult ehedalt.

Katalüüs. Mitmed keemilised reaktsioonid sünniwad kiiremini teiste kehade juuresolekul, mis ise sündiwast reaktsioonist osa ei wõta ja reaktsiooni lõpul täiesti muutmatuteks jääwad.

Sarnast nähtust nimetatakse katalüüsiks, ja kehasid, mis reaktsiooni kiirust muudawad, katalüsaatoriteks.

Nende nähtuste hulka kuuluwad tärklise moondumus dekstriiniks ja suhkruks lahjendatud hapetega keetmisel, wesinikülihapendi lagumine metallide ja hapendite mõjul, platiini mõju gaaside isesütitusel, mangaanülihapendi mõju Bertholleti soola peale hapniku saamisel jne.

Iseloomulikuks nähtuseks katalüüsis on, et katalüsaator ise täiesti püsib, ilma et ta esineks reaktsioonis saadud toodetes.

Katalüsaator wähendab wõi suurendab keemilise reaktsiooni kiirust, ise ei kutsu katalüsaator reaktsiooni mitte wälja.

Allpool on esitatud mõned näitused katalüüsist.

*) *Plata* — hõbe.

Küllastame glauberi soola tulise wesisulatise ja laseme ettewaatlikult jahtuda, et tolm jm. ei satuks sulatisse. Sulatis jääb wedelaks, kuna külmas wees ainult wähe soola wõib sulada.

Kui nüüd sulatisse õige wäikese glauberi soola terakese wisata, wõi tolmu kübemekese, siis angub kogu sulatis silmapilkselt kristallkehaks.

Sulatame waske puhtas lämmastikhappes; sulamine sünnib wäga aeglaselt. Kui aga sulatamiseks tarwitada hapet, milles waske wähe sulatatud, siis sünnib sulamine kiiresti, tormiliselt.

Käsnplatiini juuresolekul plahwatab wesinik põlema. Isesütitajates on wähe käsnplatiini, mis gaasi põlema sütitab.

Inimese ja loomade kehas on olemas nn. enzüümid, mis katalisaatoritena keemilisi protsessisid madalas temperatuuris wõimaldawad, kuna harilikult sündiwad reaktsioonid nõuawad palju kõrgemat soojust.

Katalüüs esineb ka muis keemilistes nähtustes, milledest mitmed senni küllalt selgitatud ei ole.

E. Orgaanilised ühendused.

58. Süsiwesinikud.

Süsiniku ühendused wesinikuga. Süsinik moodustab wäga palju ühendusi. Iseäranis tähtsad on süsiniku ühendused wesinikuga, mis nimetatakse **süsiwesinikkudeks.**

Enne arwati, et organismides leiduwaid ühendusi ei saa walmistada kunstliselt laboratooriumis. Kuid 1828 a. sai *Wöhler* kusiaine mitteorgaanilistest ühendustest. Pärastised katsed tõendasid, et ka muid n.n. „orgaanilisi ühendusi“ wõib saada kunstliselt. Niisama on korda läinud laboratooriumis järelaimata neid tingimusi, millistel loomade organismid sünnitawad uusi aineid. Sellest wõib järeldada, et organismides maksawad samad füüsiko-keemilised seadused, mille alusel sünniwad nähtused keemia laboratooriumis katseklaasides. Keemikutel on kordalainud kunni wiimase ajani walmistada kunstlisel teel ligi 100.000 orgaanilist ühendust.

Pärast seda kui awanes wõimalus saada orgaanilisi kehi kunstlisel teel ei ole mõtet eraldada orgaanilist keemiat anorgaanilisest. Orgaanilisi ühendusi wõib koondada süsinikuühendusteks, ja orgaanilist keemiat nimetada süsinikuühenduste keemiaks.

Süsinik esineb peaaegu kõigis ühendustes neljawäärilise elemendina, kuna wesinik on ühewääriline. Kõige lihtsam süsiniku ja wesiniku ühendus on sellega CH_4, kus üks aatom süsinikku ühinenud nelja wesiniku aatomiga.

Metaan, CH_4, ehk soogaas esineb looduses neis paigus, kus lagunewad orgaanilised kehad: soodes, rabades ja mineraalsüte kaewandustes. (Metaani nimetatakse ka kaewandusgaasiks.) Kui suruda kepi soosse, siis tõusewad sealt ülesse metaani wullid, mis korjata wõib anumasse. Süüdates metaan põleb. Kaewandustes sünnib metaan mineraalsüte aeglasel lagumisel.

Taimed seisawad koos peaasjalikult süsinikust, wesinikust ja hapnikust. Kui taimede osad põlewad õhus, siis saadakse põlemise produktidena süsihapugaas ja wesi. Kui kehade lagumine sünnib õhuta ruumis aeglaselt, näituseks wee all, siis saadakse taandamise tooted süsiwesinikkudena ja wiimaste hulgas ka metaan.

Saamine. Metaani wõib saada laboratooriumis mitteorgaanilistest ainetest. Kui wääwelwesiniku, H_2S, ja wääwelsüsiniku auru, CS_2, segu juhtida üle hõõgkuuma wase, siis ühineb wask wääwliga, kuna wesinik ja süsinik sündimise momendil („*in statu nascendi*“) metaani sünnitawad.*)

Harilikult saadakse laboratooriumis metaan äädikhapunaatriumi ja naatronlubja**) segu kuumutamisel: äädikhape laguneb aluse juuresolekul metaaniks ja süsinikahelishapendiks:

$$\underset{\text{Äädikhape.}}{C_2H_4O_2} = \underset{\text{Metaan.}}{CH_4} + \underset{\text{Süsihapugaas.}}{CO_2}$$

*) $CS_2 + 2H_2S + 8Cu = CH_4 + 4Cu_2S$.

**) Naatronlubi on söötnaatroni ja lubja kokku sulandatud segu.

Selle juures saadud süsihapugaas ei lendu ühes metaaniga, waid ühineb söötnaatroniga soodaks:

$$NaC_2H_3O_2 + NaOH = Na_2CO_3 + CH_4$$

Äädikhapunaatrium. Söötnaatron. Sooda. **Metaan.**

Katse jaoks tuleb kuumutada 10—15 *g* äädikhapunaatriumi puru ja 20 *g* naatronlubja segu.

Metaani wõib saada alumiiniumi karbiidist wee mõjul:

$$Al_4O_3 + 12H_2O = 4Al(OH)_3 + 3CH_4$$

Alumiiniumi karbiid. Wesi. Alumiiniumwesihapend. **Metaan.**

Omadused. Metaan on wärwitu, lõhnatu ja maigutu gaas. Sulab wees wähe. Tihedus = 0,558. Süüdates põleb ta mittewalgustawa leegiga süsinikkahelishapendiks ja weeks:

$$CH_4 + 2O_2 = 2H_2O + CO_2$$

Metaan. Hapnik. Wesi. Süsihapugaas.
1 maht. 2 mahtu. 1 maht. 2 mahtu.

(Kuidas tõendada, et põlemisel need tooted saadakse?)

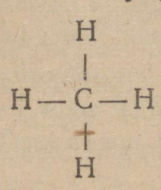
Õhu wõi hapniku segu metaaniga sünnitab plahwatawa gaasi, mis wõib olla kiwisõekaewandustes õnnetuste põhjuseks.

Niisama plahwataw on kloori ja metaani segu, mis päikesekiirte mõjul suure jõuga plahwatab. Kloori ja metaani ühinemisel sünnib kloorismetüül:

$$CH_4 + Cl_2 = CH_3Cl + HCl$$

Metaan. Kloor. Kloorismetüül. Kloorwesinik.

Metaani ehitusformulit wõib järgmiselt kujutada:



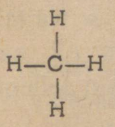
Metaani protsentne koosseis on järgmine:

$$C = 12{,}00 \text{ k.-ü ehk } 74{,}86\%$$
$$H_4 = 4{,}03 \text{ „ „ } 25{,}14 \text{ „}$$
$$\overline{CH_4 = 16{,}03 \text{ k.-ü ehk } 100{,}00\%}$$

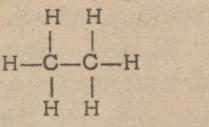
Etaan ja propaan. Metaaniga sarnased on kaks gaasi: etaan ja propaan. Mõlemad leiduwad wähesel hulgal naftas. Etaan on wärwitu gaas. Põleb mittewalgustawa leegiga. Ühineb klooriga kloorisetüüliks, C_2H_5Cl.

Kui metaani, etanni ja propaani koosseisu lähemalt waadata nende ehitusformulist, siis saame järgmise pildi:

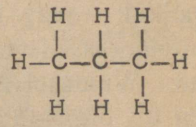
Metaan, CH_4



Etaan, C_2H_6



Propaan, C_3H_8



Nagu neist ühendustest näha, saame järgmise ühenduse eelmisest, kui sinna juure lisada CH_2.

Seda ühendamist korrates wõib saada pika rea süsiwesinikkusid, milledest kõige lihtsam on metaan. Sarnast süsiwesinikkude rida nimetatakse metaanireaks.

59. Nafta.

Leidumus. Naftat leidub mitmel pool maakera pinnas. Kõige rohkem leidub naftat Pennsylvanias, siis Kaukaasias Baku lähedal ja m., Galiitsias, Egüptuses ja t. kohtades.

Koosseisu poolest lähewad mitmelpool leiduwad naftad üksteisest lahku. Ameerika ja Galiitsia nafta seisab koos metaanirea süsiwesinikkudest, alates metaanist, CH_4, kunni rikkamate süsiwesinikkudeni, $C_{18}H_{38}$. Kaukaasia naftas leiduwate süsiwesinikkude koosseis on wähe teisem.

Saamine. Nafta wõib tõusta sügawast maapõuest lõhede kaudu maapinnale. Suuremal hulgal nafta saamiseks puuritakse sügawad puuraugud, kaewud, maapinnasse. Alguses purskab neist nafta suure jõuga wälja (nafta purskaewud), pärast poole willitakse naftat toruämbritega puurkaewust wõi pumbatakse.

Tekkimine. Nafta sündimine ei ole küllalt rahuloldawalt seletatud. Mõned teadlased, *Engler* ja *Höfer,* arwawad, et nafta on meriloomade raswarikaste jäänuste kuiwajamise toode. Suurte kalade ja t. loomade jäänused kanti weewoo-

lüga teatud paika, kus nad meriwee, liiwa ja kiwide all kõrgel rõhumisel keemiliselt moondusid. Wõimalik on, et mitte ainult loomad, waid ka taimed algmaterjaaliks oliwad.

Mendelejev ja *Berthelot* tõendawad, et nafta on tekkinud mitteorgaanilistest ainetest, nimelt meriwee ja sügawas maapõues leiduwate süsinikuga ühendatud metallide (karbiidide, peaasjalikult raua) kokkupuutumisel. *Mendelejev* walmistas ka mitteorgaanilistest ainetest ühenduse, mis oli naftale sarnane. Wiimasel ajal kalduwad arwamised siiski sellepoole, et nafta on orgaanilistest kehadest tekkinud.

Omadused. Nafta on õlisarnane wedelik, kollakat, tumepruuni ja mustjasrohekat wärwi.

Naftas leiduwad süsiwesinikud on suuremalt jaolt wedelad, kuid nad sisaldawad ka gaasilisi ja kõwasid süsiwesinikkusid. Gaasid tõusewad lõhesid mööda maapinnale, kus neid nafta saamise kohtades tarwitatakse gaasilise küttena, — maagaas ehk loodusgaas.

Ajalugu. Nafta oli tuntud juba wanal ajal Persias, Egüptused, Baabelonis jm. Tarwitati arstirohuna nahahaiguste rawitsemiseks ja põlewa õlina.

Maagaasi põlemine oli tuntud nn. „pühatulena" parside — tulekummardajate juures ja mujal, kus naftat leidub.

Nafta saadused. Nafta on mitmesuguste süsiwesinikkude segu. Tähtsamad neist on gasoliin, naftaeeter, bensiin, kerosiin, solaarõlid, waseliin, peale seda weel parafiin, naftaliin jt.

Toorest naftast saadakse üksikud süsiwesinikud järgulisel ajamisel. Alguses kuumutatakse naftat kunni 150°. Aetis, mis selle juures eraldub, on toores bensiin; ülejääki kuumutatakse kunni 250°, — destillaat on toores kerosiin (ehk petrooleum). Ülejäägi kuumutamisel kunni 350° saadakse soolaarõlid jne. Pärast seda saadakse toorest bensiinist ja kerosiinist uuesti järgulisel ajamisel uued produktid: gasoliin, ligroiin, bensiin.

Nafta ülejääki pärast solaarõlide wäljaajamist nimetatakse masuudiks, mis tarwitatakss wedela küttena.

Ülejäägis on weel määreõlid, waseliin, parafiin jt.

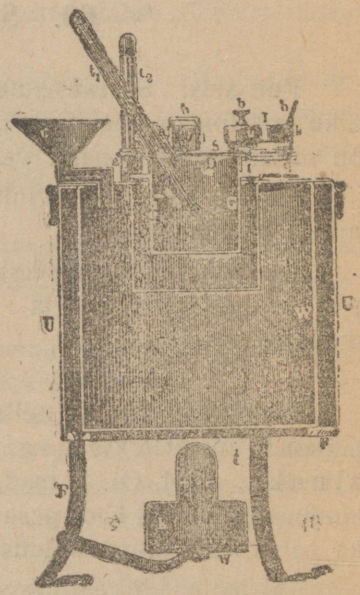
Maawaha. Maawaha ehk ozokeriit on wahataoline pruunikaskollane aine, mis leidub ühes naftaga. Tarwitatakse paraffini saamiseks.

Asfalt on waigutaoline kõwa must aine; arwatawasti on naftast tekkinud. Leitakse mitmel pool, iseäranis palju asfaldi järwes Trinidadi saarel, Surnumeres, Sitsiilias jm. Tarwitatakse mitmeks otstarbeks — ehituste juures ja kõnniteede walmistamiseks. Asfalt sulab tärpentiinis, — asfaltlakk.

Parafiin. On walge läbipaistew aine. Sulaneb 33°—60° juures. Tarwitatakse küünalde walmistamisel. Sulab eetris, bensoolis, kloroformis.

Parafiin saadakse peaasjaliikult pruunsüte kuiwajamisel Pehme parafiin sulaneb 33—45°, keskmine —45—55° ja kõwa parafiin 55—60°.

131. kujund.



Abel-Pensky naftomeeter.
Keskmises anumas *G* soendakse petrooleumi weewannis *W*. Kaan *D* awatakse wedruga ja lenduwad gaasid süüdatakse põlema. Termomeeter t näitab sütitustemperatuuri.

Petrooleum. Nafta saadustest on tähtsam petrooleum ehk kerosiin (walgustusõli), mis on kõige laiemalt tarwitataw walgustusaine. Pärast saamist naftast puhastatakse petrooleum wääwelhappega ja söötnaatroniga.

Puhas petrooleum on sinika heitega läbipaistew wedelik. Soendamisel lenduwad temast gaasid, mis 28—35° juures põlema plahwatawad. Petrooleum ise hakkab põlema alles 45°.

Petrooleumi gaaside plahwatustemperatuuri määramiseks tarwitatakse *Abel-Pensky* naftomeetrit (131 kujund).

Surume põlewa peeru petrooleumi. Peerg kustub ja petrooleum ei hakka ka põlema. Soendamisel liiwawannis sütib petrooleum põlema üle 45°.

Petrooleumi tarwitatakse ka mootorite käima panemiseks.

60. Süsiwesikud.

Koosseis. Süsiwesikuteks nimetatakse süsiniku, wesiniku ja hapniku ühendusi, milledes wesiniku ja hapniku suhe on niisamasugune, nagu wees, nimelt 2 : 1.

Süsiwesikutes on ainult kolm elementi: süsinik, wesinik ja hapnik.

Tähtsamaid süsiwesikuid wõib liigitada tselluloosi, pilliroosuhkru ja wiinamarjasuhkru rühmadesse.

Selluloos. Aine, millest taimede rakukeste kestad on ehitatud, nimetatakse tselluloosiks ehk raku kestaineks, $C_6H_{10}O_5$. Linad, kanep, puuwill ja m. taimelised kiuained seisawad koos peaaegu puhtast tselluloosist; niisama ka paber, mis puust walmistatud.

Kui leotada filtreerimispaberit kordamööda alkoholis, eetris, lahjendatud soolhappes ja lahjendatud kaalileelises ja hästi pesta wees, siis sulawad kõik muud taimelised ained ja järele jääb ainult selluloos.

Selluloos sulab waskhapendi ammoniakwedeliku sulatises. Kui saadud tselluloosi sulatisele juure lisada lahjendatud soolhapet, siis sadeneb põhja tselluloosi hüüwe.

Pistame mõneks sekundiks filtreerimispaberi kangesse (66%) wääwelhapesse (15°) ja peseme pärast seda wees ja lahjas ammoniakwedelikus; paberi pinnale ilmub paisunud tärklise kirme, mis joodist siniseks wärwub. Paberit kuiwatades, saame pergament paberi, mis wäga wastupidaw on ja wedelikkusid ei lase läbi.

Tselluloos muutub keetmisel lahjendatud wääwelhappes wiinamarjasuhkruks. See reaktsioon ei ole küllalt rahuloldawalt seletatud.

Tselluloos ei kõlba inimesele toiduaineks, küll aga loomadele, mille soolikates bakteeriate kaasabil tselluloos seedimiseks kõlbulikuks muutub.

Püroksüliin. Tselluloos (puuwill) muutub lämmastikhappe ja wääwelhappe mõjul lämmastikhaputselluloosiks, mis lõhkepuuwillana tarwitatakse suitsuta püssirohu walmistamiseks.

Lõhkepuuwill sulab alkoholi ja eetri segus wärwitu wedelikuks, kolloodiumiks; kamperiga ümbertöötamisel muutub lõhkepuuwill tselluloidiks. Kollodium ja tselluloid on wäga tulekardetawad.

Tärklis. Tärklis on wees sulamatu, lõhnatu ja maigutu walge pulber. Leidub taimede rakukestes wäiksete mikroskoobiliste terakestena.

Õõrume kartuli peeneks, peseme segu wees ja kurname läbi linaseriide, mis hoiab kinni rakukestad.

Kui wesi auranud, siis saame walge tärklise.

Segame külmas wees tärklist ja soendame tulel. Saame tärklise kliistri, mis joodi sulatisest jootkaaliumis wärwub siniseks. Kliister sünnib sellest, et wesi tärklise terakestesse tungides neid paisutab.

Tärklist tarwitatakse toiduainena ja tehnikas kliistri walmistamiseks, riiete ilustamisel (appreteerimisel), dekstriini walmistamiseks ja m. otstarbeks.

Tärklis on taimede tagawara toiduaine, mis koguneb kartulites, wiljas (rukis, nisu, riis) ja m.

Dekstriin. Kuumutame kuiwa tärklist ettewaatlikult alalisel liigutamisel liiwawannis kunni 160—200°. Tärklis wärwub kollaseks ja lõpuks täiesti pruuniks. Nii moondunud tärklis sulab wees ja ei wärwu joodi sulatisest siniseks waid punakaks. Saadud ainet nimetatakse dekstriiniks.

Dekstriin saadakse ka tärklise kuumutamisel kunni 120° lahjendatud hapetega, näit. lämmastikhappega.

Dekstriin sünnib ka diastaasi mõjul tärklise peale.

Gummid. Tärklisega sarnased on nn. gummid, näit. araabiagummi, mis waiguna akaatsiatest niriseb. Sarnane gummi on ka kirsi- ja ploomipuude peal.

Gummisid tarwitatakse kleepimise wahendina.

Wiinamarjasuhkur, C_6H_{12},H_2O. Wiinamarjasuhkur on kollakas kristallaine. Leidub magusates wiljades. Tärklis muutub keetes lahjais hapetes niisama wiinamarjasuhkruks.

Keedame tärklist weega katseklaasis. Saadud kliistrit lahjendame weega ja lisame juure mõne tilga wääwelhapet. Keetes näeme, et alguses wõetud proow saadud sulatisest wärwub joodist weel siniseks, siis punaseks ja wiimaks ei muutu wärw sugugi: tärklis muutub dekstriiniks ja lõpuks wiinamarjasuhkruks ehk dekstroosiks.

Wiinamarjasuhkur sulab wähe külmas, hästi keewas wees. Ta ei ole nii magus kui pilliroosuhkur.

Wiljasuhkur on sarnane wiinamarjasuhkrule. Leidub magusates wiljades ühes dekstroosiga. Mesi on wiinamarja- ja wiljasuhkru segu. Et wiinamarjasuhkur raskesti sulab, siis kristalliseerub ta seistes meest wälja: mesi jaguneb kahte ossa, — wiinamarjasuhkru terakristallid ja wiljasuhkru siirup.

Wiinamarja- ja wiljasuhkur kääriwad.

Pilliroosuhkur, $C_{12}H_{22}O_{11}$, on harilik suhkur, mis saadakse suhkru-pilliroost ja suhkru-peetidest, milledes seda ainet on 10—20%. Pilliroosuhkrut ehk sakharoosi on ka maisi, wahtra, kase ja t. taimede mahlas.

Pilliroosuhkur on kristallaine; erik. = 1,6. Sulaneb 160° juures kleepiwaks massiks. Kõrgemas temperatuuris muutub pruuniks karameliks ja wiimaks jääb järele ainult suhkrusüsi.

Wältawal keetmisel muutub pilliroosuhkur wiinamarja- ja wiljasuhkruks.

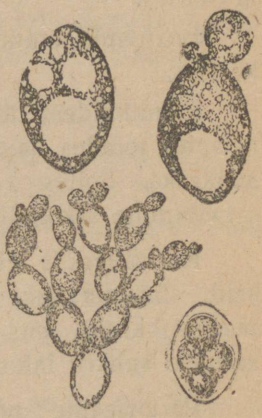
Suhkur saadakse suhkrupilliroo wõi suhkrupeetide mahlast. Seks otstarbeks leotatakse peeneid peedi laastusid wees, mis suhkru eneses sulatab. Saadud sulatist keedetakse ja filtree-

ritakse, mille juures suhkur kristalliseerub ja tsentrofuugides lahutatakse ülejäänud wedelast massist, suhkrusiirupist ehk melassist.

Piimasuhkur, $C_{12}H_{22}O_{11},H_2O$, ehk laktoos on imetajate piimas. Piimast wõib teda saada raswa ja kaseiini taandamisel ja ülejäänud piima aurutamisel. Tarwitatakse arstiteaduses.

Linnasesuhkur, maltoos, saadakse tärklisest ühes dekstriiniga diastaasi wõi lahjendatud wääwelhappe mõjul. Ta on kristallaine. Käärimistes etendab maltoos tähtsat osa.

132. kujund.



Pärmiseened. *Saccharomycetes cerevisiae.* Üksik rakk ja rakkude lülikee.

Käärimine. Mitmed eostaimed, nn. pärmiseened wõiwad wiinamarja- ja wiljasuhkru lahutada alkoholiks ja süsihapugaasiks (132 kujund). Selle juures sünnib järgmine ekwatsioon:

$$C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5.OH + 2CO_2$$

Wiinamarjasuhkur. Alkohol. Süsihapugaas.

Wõtame mett wõi wiljasuhkrut. Walmistame $^1/_2$ *l* wees 10% sulatise ja lisame sinna juure pärmi. Kui segu hoida 25°C juures, siis algab käärimine. Juhime lenduwad gaasid läbi lubjawee, — wiimases ilmub walge sade süsihapugaasi mõjul

Alkohol jääb wedelikku, millest teda wälja wõib ajada destilleerimisel.

Korgitame kolbi, milles käärimine sünnib, auklise korgiga, millest klaastoru läbi juhitud. Kolbi soendamisel haihtub alkohol, mis toru otsas põlema wõib süüdata.

Tärklis ja pilliroosuhkur ei kääri, kuid neid wõib muuta kääriwateks suhkruteks (wiljasuhkur, wiinamarjasuhkur ja t.). Sarnane moondlus sünnib sel teel, et käärimatu süsiwesikud ühinewad weemolekuliga.

Tärklise koosseis on $C_6H_{10}O_5 = 6C + 5H_2O$; pilliroosuhkru koosseis on $C_{12}H_{22}O_{11} = 12C + 11H_2O$. Kui kumbagile wee molekuli juure ühendada, siis saame: $6C + 6H_2O =$ wiinamarjasuhkur ja $12C + 12H_2O = 6C + 6H_2O =$ wiinamarjasuhkur.

Wee ühinemist süsiwesikutega nimetatakse hüdrolüüsiks. Sarnane hüdrolüüs sünnib tärklise keetmisel lahjendatud hapetega ja mõnede taimede ja loomade organismide, fermentide, mõjul.

Munawalget sisaldawaid fermente nimetatakse ka enzüümideks.

Enzüümid eranewad mitmete taimede ja loomade rakukestest.

Enzüümidest tähtsamad on diastaas, mis ilmub idanewates terades ja tärklise muudab linnase- ja wiinamarjasuhkruks. Selles diastaasi mõjus seisabki linnasete tarwitamine alkoholilisel käärimisel.

Kartulitärklis ei kääri. Kui sinna juure lisada linnaseid, siis muudab linnasetes olew diastaas tärklise wiinamarjasuhkruks, mis käärida wõib, s. t. pärmiseened wõiwad sarnase suhkru lahutada alkoholiks ja süsihapugaasiks.

Pärmiseente mõju alkoholilisel käärimisel seisab selles, et seente rakukesed jõudsasti siginewad ja rakukestes olew munawalget sisaldaw ferment wäljakutsub suhkru moondluse alkoholiks ja süsihapugaasiks. Käärimine ei sünni mitte ainult elusate, waid ka surmatud seente mõjul. Seente siginemist on waja, et suurem hulk fermenti saada.

Alkoholi käärimine edeneb 5° kunni 25°C piirides.

Ka inimese sisemised mahlad sisaldawad enzüüme, mis tärklise seediwaks suhkruks muudawad.

Walmistame lahja tärklise kliistri. Proow sellest kliistrist wärwub joodi sulatisest siniseks. Kliistrisse eraldame sülge, loksutame hästi läbi ja hoiame 30° wees wähe aega. Proow sellest sulatisest ei wärwu enam siniseks, waid roosaks, nagu ka wiinamarjasuhkru sulatis.

Süles olew ferment ptialiin muudab sulamatu tärklise seediwaks suhkruks.

61. Alkoholid.

Koosseis. Alkoholideks nimetatakse süsiwesinikkusid, milles wesiniku aatomi asemele on asetatud elementide hüdroksüülrühm OH.

Metaani koosseis on $CH_4=CH_3.H$. Sellest ühendusest saame metüülalkoholi ehk puupiirituse: CH_3OH. Etaanist, $C_2H_6=C_2H_5.H$, saadakse etüülalkohol ehk wiinapiiritus: $O_2H_5.OH$ jne.

Puupiiritus. Puupiiritus leidub puuäädikas, — wees, mis saadakse puude kuiwajamisel. Kui seda wett järguliselt ajada, siis saadakse puupiiritus. Puuäädikas on 10% äädikhapet ja 1% puupiiritust.

Omadused. Puupiiritus on wärwitu wedelik, kerge ja meeldiwa lõhnaga. Keeb 66°. Erik. = 0,812. Sulab wees, eetris ja alkoholis. Ise sulatab raswa, waiku ja kergeid õlisid. Põleb mittewalgustawa leegiga.

Tarwitatakse wärwide ja lakkide walmistamisel.

Puupiiritus wedelikuna ja auruna on mürgine.

Wiinapiiritus, etüülalkohol. Seda piiritust nimetatakse harilikult lihtsalt „piirituseks“ ehk „alkoholiks“.

Etüülalkohol saadakse suhkrut sisaldawate ainete käärimisel.

Laboratooriumis wõib saada piiritust wiinamarjasuhkru sulatise käärimisel. Wiinamarjasuhkur sulatatakse wees, kuhu lisatakse juure wees sulatatud pärmi. Pärmiseente mõjul hakkab suhkur käärima ja moondub mõne päewa pärast alkoholiks ja süsihapugaasiks. Süsihapugaas lendub, kuna piiritus wees sulab. Piirituse kättesaamiseks soendatakse sulatist kunni 78°,5, mille juures piiritus keeb ja destilleerub.

Omadused. Piiritus on wärwitu meeldiwa lõhnaga wedelik. Muutub kõwaks —130°,5; tarwitatakse madalat temperatuuri näitawates termomeetrites. Erik. = 0,796. Põleb mittewalgustawa leegiga. Wees sulab alkohol igas suhtes.

Segame 54 *ccm* piiritust 50 *ccm* weega. Saame ainult 100 *ccm* segu, mis soojaks läheb.

Õhus seistes imab piiritus enesesse wett. Täiesti weewaba piiritust on raske saada.

Kui piiritusse põletatud lupja segada, kauemat aega lasta seista ja destilleerida, siis saadakse weewaba piiritus ehk absoluutne alkohol.

Lisame piiritusse põletatud wasewitrioli walget puru. Wasewitriol wärwub siniseks, sest et ta ühineb piirituses olewa weega.

Tarwitamine. Piiritust tarwitatakse sulatamise wahendina, konserweerimiseks, lakkide, tinktuuride jne. walmistamisel. Põletamiseks tarwitatakse denatureeritud piiritust, kuhu on segatud puupiiritust 5%, püridiini 0,5%, bensooli jm. Wärwitakse harilikult punaseks wõi siniseks.

Alkoholi mõju inimese organismi peale. Mitmed joogid, nagu õlu, wiinamarjawiin, likööried jt. sisaldawad alkoholi, mille mõju inimese organismi peale mitmesugune

Alkohol mõjub tugewasti südame erkude ja peaaju peale. Wältaw mõju kutsub esile waimuhaiguse tundemärgid. Wähesel igal hulgal on alkohol mürgine, suuremal hulgal — surmaw.

Alkoholi mõjul sünnib kiire raswade hapendumine organismis; munawalgete seedimine takistatakse, sest et ferment pepsiin, mis munawalgete seedimist toetab, kõhumahlast alkoholi mõjul eraneb ja munawalget ei saa muuta seediwateks peptoonideks.

Alkohol takistab ainewahetust organismis. Ta imeb enesesse wee orgaanidest, mille tõttu mitmed tähtsad sisemised elundid, — maks, neerud jt. käsnalisteks kuiwawad.

Alkoholi mõju on suur iseäranis sellepärast, et ta sissewõtmisel satub otsekohe werde, mille tõttu ta organismis kiiresti laiali kantakse.

Wastumürgiks alkoholile on ammoniak.

Saamine. Tehniliseks otstarbeks saadakse alkohol kartulitest, maisist jm., mis sisaldawad tärklist wõi wiinamarjasuhkrut.

Kartulid keedetakse kõrgel rõhumisel ja temperatuuris (150°) weeauruga pehmeks ja õõrutakse siis peeneks. Pärast seda segatakse linnaseid ja wett juure.

Linnased walmistatakse idanewatest wiljateradest. Wiimastes ilmub idanemisel ferment diastaas, mille mõjul tärklis moondub linnasesuhkruks.

Kui saadud segule juure lisada pärmi, siis algab käärimine.

Käärimisel muutub linnasesuhkur alkoholiks ja süsihapugaasiks; ühes sellega ilmuwad segusse ka muud lisandused: puskariõli, glütseriin jm.

Alkohol saadakse segust kätte destilleerimisel ja puhastatakse kahjulikkudest lisandustest filtreerimisel läbi puusüte.

Etüüleeter, $(C_2H_5)_2O$, on wärwitu, kange lõhnaga liikuw wedelik. Erikaal = 0,74. Sissehingamisel uimastab ja kaotab närwide tundelikkuse.

Keeb 35° juures; on wäga tulekardetaw. Lendub kiiresti ja mõjub sellega jahutawalt. Wees sulab wähe, hästi sulab alkoholis. Ise sulatab joodi, broomi, õlisid ja raswasid.

Hofmanni tilgad ehk liikwa on eetri ja alkoholi segu (2 : 3).

Etüüleeter saadakse alkoholi ja wääwelhappe segu kuumutamisel 140° juures.

Eetrit wõib waadelda alkoholina, millest wee molekul eraldatud:

$$\begin{matrix} C_2H_5 \cdot HO \\ C_2H_5 \cdot HO \end{matrix} = \begin{matrix} C_2H_5 \\ C_2H_5 \end{matrix} O + H_2O$$

Etüülalkohol. Etüüleeter. Wesi.

Glütseriin, $C_3H_5(OH)_3$, sünnib kõrwaltootena alkoholilisel käärimisel.

Puhas glütseriin on läbipaistew siiropitaoline magus wedelik. Erik. = 1,28. Keeb 290° juures. Sulab kergesti wees.

Tehnikas tarwitatakse glütseriini lõhkeainete walmistamiseks. Seks otstarbeks segatakse glütseriin lämmastikhappega.

$$C_3H_5(OH)_3 + 3HNO_3 = C_3H_5(NO_3)_3 + 3H_2O$$

Glütseriin. Lämmastikhape. Nitroglütseriin. Wesi.

Nitroglütseriiniga leotatakse läbi infusoorimuld; saadud lõhkeainet nimetatakse dünamiidiks.

Arstiteaduses tarwitatakse glütseriini plaastrite ja määrete walmistamiseks.

Glütseriin on alkohol, milles kolm hüdroksüülgruppi. Glütseriin tuletab meelde propaani, C_3H_8, kus kolme wesiniku aatomi asemel on hüdroksüülgrupp OH.

Kui raswasid keeta ülikuumutatud weeauruga wõi kaltsium- ja magneesiumwesihapendiga, siis saadakse stearinhape ja glütseriin. Niisama ka seebikeetmisel sünnib glütseriin.

Formaldehüüd, CH_2O, sünnib metüülalkoholi hapendumisel õhus. Formaldehüüd ehk formaliin on läkastawa lõhnnaga. Tal on antiseptilised omadused, mille pärast teda tarwitatakse desinfitseerimise wahendina arstiteaduses.

Müügil olew formaliin on harilikult 40% formaldehüüd.

62. Raswad ja raswahapped.

Raswad ja õlid. Raswad ja õlid moodustawad ühise rühma, mis nimetatakse liiteetriteks. Neis esineb alati elementide grupp C_3H_5, mis nimetatakse glütserüüliks. Nii wõib raswasid waadelda kui raswahapete soolasid glütserüüliga.

Raswadeks nimetatakse harilikus temperatuuris kõwasid aineid, — õlideks — wedelaid. Raswades on peaasjalikult kõwad stearin ja palmitiin, kuna õlides — wedel oleiin.

Raswasid sünnitawad niihästi taimede kui ka loomade organismid, milles raswad on tagawaraks toitmisele ja loomaliku soojuse alalhoidmiseks.

Omadused. Raswad ei sula wees. Wedelas olekus wõiwad nad sünnitada segu, emulsiooni, milles on õige wäikesed raswa tilgakesed kaaluwas olekus, mis kauemal seismisel weepinnale kerkiwad.

Walmistame katseklaasis weest ja õlist segu. Kui sinna juure lisada munawalget ja liimi, ja segu hästi loksutada, siis saame emulsiooni.

Ka piim on emulsioon, milles raswa tilgakesed ujuwad. Seistes tõusewad nad üles kooreks.

Raswad sulawad hästi alkoholis, eetris, bensiinis, bensoolis, wääwelwesinikus jne. Neid sulatajaid wõib tarwitada raswaplekkide kaotamisel.

Õhus seistes lagunewad raswad raswahapeteks ja glütseriiniks: raswad kolletuwad ja omandawad halwa lõhna ja maigu.

Poorsed kehad — sawi, magneesia — imewad enesesse raswasid ja õlisid.

Katame raswapleki paberi peal sawiga. Plekk kaob.

Taimeraswad. Taimeraswad wõiwad olla kõwad ja wedelad. Wiimaseid nimetatakse õlideks.

Tähtsamad taimeraswad on: palmiõli, kookosõli ja kakaoõli. Kookosõli saadakse kookospähklate tuumast; sulaneb 16° juures.

Suurem hulk taimeraswasid esineb õlidena, mis wiljas seemnetes ja m. taime osades leiduwad.

Õlisid saadakse purustatud seemnete pressimisel wõi sulatamisel wääwelwesinikus, bensiinis, eetris jt. sulatajates. Sulatajate aurutamisel saadakse õlid kätte.

Taimeõlid jagunewad kuiwawateks ja mittekuiwawateks.

Kuiwawaid õlisid tarwitatakse wärwide segamisel. Kui linaõli keeta 3% tinasiluga, siis muutub ta tumedaks weniwaks õliks, mis õhus kiiresti kuiwab — wärnits.

Linaõli ja korgipuru segust walmistatakse linoleum.

Mittekuiwawaid õlisid tarwitatakse toiduainena.

Loomaraswad. Kõwa loomarasw koguneb naha alla ja ümbritseb sisemisi orgaane. Rasw on tagawara materjaaliks loomaliku soojuse saamisel ja hoidmisel.

Loomaraswad sulanewad 35—47° juures. Õhus seistes omandawad nad halwa lõhna ja kolletuwad: nad lagunewad keemiliselt raswahapeteks ja glütseriiniks.

Loomaraswa tarwitatakse söögiks, seebikeetmiseks, stearriini walmistamiseks jne.

Wõi on piimarasw, mis tilgakestena piimawedelikus ujub. Rasw tõuseb üles koorena, millest walmistatakse wõi.

Seistes omandab wõi wõihappest kibeda maigu. Kui sarnast wõid soendada, siis wõihape lendub ja ühes sellega wõi kibedus kaob.

Margariin saadakse loomaraswast, mis kõrges kuumuses weeauruga ümbertöötatakse. Pärast seda segatakse juure piima, raswa, taimeõli ja kollakat wärwi.

Kui margariini, milles on seesamõli, kuumutada suhkru ja soolhappega, siis segu wärwub punaseks.

Margariini leidis Napoleon III ajal keemik *Mège-Mouriès*.

Wedelad loomaraswad on hülgerasw, munarasw ja kalarasw. Kalarasw saadakse kalade (*Gadus*) maksast. Tarwitatakse arstirohuna; sisaldab joodi.

Raswahapped. Raswad ja õlid õhus seistes omawad wastiku lõhna ja kibeda maigu: neis wabanewad orgaanilised happed, mis raswades leiduwad; sellepärast nimetatakse neid happeid ka raswahapeteks.

Palmitiinhape, $C_{15}H_{31}.COOH$, leidub palmi-, kookusõlides ja hülgeraswas.

Steariinhape, $C_{17}H_{35}.COOH$, leidub kõwades loomaraswades. Esineb soomuskristallidena, mis kergesti sulanewad.

Õlihape, $C_{17}H_{33}.COOH$, leidub wedelates raswades. Sünnitab nõelkristallisid, mis sulanewad juba 14° juures.

Wõihape, $C_3H_7.COOH$, leidub lehmawõis wähesel hulgal.

Raswad on raswahapete ja glütseriini segu.

Seep. Kui raswasid kuumutada weeauruga, siis lagunewad nad raswahapeteks ja glütseriiniks. Seda lagumise protsessi nimetatakse seebistumiseks. Kui aga raswasid kuumutada kaaliumi wõi naatriumi aluste (wesihapendite) juuresolekul, siis lagunewad raswad ka glütseriiniks ja raswahapeteks, kuid wiimased ühinewad kaaliumiga wõi naatriumiga seebiks.

Seep on raswahapete leelissool. Naatriumi ühendus on kõwa seep, kaaliumi ühendus — wedel seep (näit., roheline seep).

Keetmine. Keedame 25 *g* loomaraswa 24 *ccm* söötkaaliga (40%) umbes weerandtundi. Saame: 1. kaaliumi seebi, 2. glütseriini ja 3. seebiliimi — söötkaaliumi sulatise.

Jahtumisel kõik kolm sünnitawad poolwedela seebi, mis tarwitatakse määrena, arstirohuna ja mustade asjade pesemiseks.

Keedame loomaraswa söötnaatriumiga. Päras seebistumist lisame juure küllastatud keedusoola tulist sulatist; seebiliim jaguneb kahte ossa: kõwa seebi tuum tõuseb pinnale, kuna wedelad produktid — glütseriin, ülejäänud söötnaatroni sulatis, wesi — alla jääwad (seebisoop). Tuuma eranemist liimist tuleb seletada sellega, et seep ei sula soola sulatises.

Seebi keetmiseks tarwitatakse ka taimeraswasid.

Omadused. Seep sulab pehmes wees. Karges wees ta sünnitab sulamatu raswahapukaltsiumi; sellepärast ei wahuta seep kõwas wees. Karget wett wõib sooda sulatisega kõlbulikuks muuta (pesusooda tarwitamine).

Seebi tarwitamine pesemisel seisab selles, et seep wees laguneb wabaks leeliseks ja raswahappeliseks leeliseks. Seebi waba leelis seebistab mustuses olewa raswa, kuna seebiwaht ümbritseb mustuse kehakesi ja ära uhub ühes weega.

Arstliseks otstarbeks tarwitatakse seepi sellepärast, et tal on desinfitseeriwad omadused. Arstlistesse seepidesse segatakse juure mitmesuguseid aineid — karbooli, boorhapet, glütseriini jne.

63. Orgaanilised happed.

Omadused. Orgaaniliste hapete omadused on sarnased mitteorgaanilistele hapetele. Neis on niisama olemas wesinik, mis metalliga wälja tõrjutakse; selle juures sünnib niisama sool. Kuid soola sündimisel ei tõrju metall mitte kogu wesiniku wälja, waid ainult selle wesiniku, mis on orgaanilist happet iseloomustawas elementide rühmas CO·OH; seda elementide rühma nimetatakse karboksüüliks*).

Orgaanilised happed sünniwad alkoholide hapendumisel.

*) Sellepärast nimetatakse orgaanilisi happeid ka karboonhapeteks.

Äädikhape, $CH_3 \cdot COOH$, leidub mõnede taimede ja loomade wedelikkudes. Äädikhape on tuntud wanast ajast, sest et ta sünnib lahjade alkoholi sisaldawate jookide hapendumisel.

Alkoholi hapendumisel sünnib alguses wahetoode **aldehüüd**, $CH_3 \cdot CHO$, wänge lõhnaga wedelik.

Äädikhappe saamist võib järgmiselt ettekujutada:

I. $C_2H_5 \cdot OH + O = H_2O + CH_3 \cdot COH$
Alkohol. Hapnik. Wesi. Aldehüüd.

II. $CH_3 \cdot COH + O = CH_3 \cdot COOH$
Aldehüüd. Hapnik. Äädikhape.

Äädikhape on wärwitu wedelik, kange lõhnaga. Söögiäädikas on teda 3%. 17° juures angub kõwaks jäätaoliseks massiks, äädikjääks; keeb 118° juures põlewaid aurusid eraldades.

Saamine. Äädikhape saadakse 1. puude kuiwajamise weest metüülalkoholi lahutamisel ja 2. alkoholi sisaldawate wedelikkude käärimisel.

Wiimaseks otstarbeks tarwitatakse mitmel teel saadud alkoholi: wiinast, marjadest, meest jne.

Hapendumisel etendab käärimist äädikaseen (*Mycoderma aceti*), mis ka seiswa õlle peal kirme sünnitab. Hapendamist toimetatakse puust anumates, kus alkohol tilgub äädika seentega kaetud puu laastude peale.

Söögiäädikas võib olla 2—10% äädikhapet.

Äädikhappe soolad. **Tinasuhkur**, $Pb(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3H_2O$, on walge kristallaine. Saadakse tinahapendi sulamisel äädikhappes. On mürgine. Kui tinasuhkru sulatisele juure lisada tinahapendit, siis sünnib alusline sool, tinaäädik, mis tarwitatakse tinaweena kompresside walmistamisel. Äädikhaputina sulab wees ja alkoholis.

Äädikhapuwask, $Cu(C_2H_3O_2)_2 \cdot H_2O$, sinikasroheline kristallaine. Sulab wees ja alkoholis. Sünnib waskhapendi sulamisel äädikhappes. On mürgine.

Kui toidujäänused seisawad wask anumates, siis sünnib neis hapendumisel **äädikhape**, mis wasega ühineb äädikhapuwaseks (Grünspan). On mürgine.

Sipelghape, CO_2H_2, leidub mitmete putukate ja taimede mürgi orgaanides: sipelgad, mesilased, kõrwenõgesed, männaokkad ja t. on warustatud enesekaitse otstarbel sipelghappega, mis wähemate loomade peale surmawalt mõjub.

Sipelghape on terawa lõhnaga, sööt omadustega hape. Naha peal sünnitab kõrwewistrikud. Keeb 100,6°, erikaal=1,22.

Muud orgaanilised happed. Oblikhape, $(COOH)_2 \cdot 2H_2O$, sünnitab läbipaistwaid mürgiseid kristalle. Leidub taimedes: hapuoblikates, (*Rumex acetosa*) jänesekapsastes (*Oxalis acetosella*) jne.

Keedame suhkru ja lämmastikhape sulatist (1 : 8) kunni punane aur kaob. Aurutame saadud wedelikku. Jahtumisel sadenewad oblikhappe kristallid.

Oblikhape sulab wees ja alkoholis.

Wiinkiwihape, $C_2H_2(OH)_2 \cdot (COOH)_2$. Wiinamarjade alkoholilisel käärimisel sünnib wiinkiwi, millest saadakse wiinkiwihape. Esineb läbipaistwate kristallidena; sulab wees. Ühinedes söögisoodaga wiinhape sünnitab kihisewa joogi: selle juures wabaneb süsihapugaas.

64. Walgustusgaas.

Kuiwajamine. Süsiniku ühendused saadakse suuremal hulgal orgaaniliste kehade lagumisel. Õhu juuresolekul sünnib hapendumine; taandamine sünnib siis, kui mitte küllalt palju õhku juure ei pease. Kui aga lagumine edeneb täiesti õhukindlalt, siis sünnib kuiwajamine.

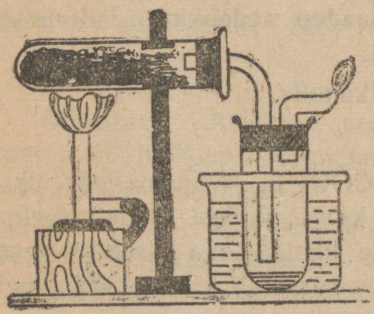
Mineraalsõed: turwas, puusüsi ja kiwisüsi on moondunud sarnaseks, nagu meie neid leiame, mäetõugude kõrge rõhumise ja osalt ka maakera sisemise soojuse mõjul. Turbas ja pruunsütes on näha taimede osasid; kiwisöes ja kõige wanemas mineraalsöes, antratsiidis, ei ole enam silmaga märgataw taimeline ehitus.

Mineraalsüte ja t. orgaaniliste ainete kuiwajamisel saadakse gaasilised, wedelad ja kõwad tooted.

Kuumutame katseklaasis kiwisõe puru. Kuumutamisel lahkuwad ained jagunewad wedelateks ja gaasideks; süütades wiimased põlewad (133 kujund).

Walgustusgaas. Kui kuiwajamist toimetada suuremal wiisil, siis lenduw gaas, walgustusgaas, tarwitatakse walgustuseks ja kütteks; wedelad aetised, kiwisõetõrw, töötatakse ümber muudeks aineteks ja kõwa ülejääk, koks, tarwitatakse kõwa küttena.

133. kujund.



Kiwisõe kuiwajamine.

Iseäranis palju saadakse gaasi raswasütest, s. o. niisugustest sütest, kus lenduwate toodete protsent wõrdlemisi suur.

Keskmiselt annab üks tonn (= 1000 *kg*) kiwisütt 280 kuubikmeetrit walgustusgaasi, mis sisaldab pärast puhastamist:

waba wesinikku, H	49	mahuprotsenti
metaani, CH_4	34	„
süsinikhapendit, CO	8	„
raskeid süsiwesinikke, C_2H_4,C_6H_6	4	„
süsihapugaasi, CO_2	1	„
lämmastikku, N_2	4	„
	100	mahuprotsenti.

Kuiwajamisel saadakse ka ammoniak, NH_3, ja wääwelwesinik, H_2S, mis eraldatakse puhastusel.

Rasked süsiwesinikud, — etüleen, atsetüleen ja bensool põlewad walgustawa leegiga; sellepärast tarwitatakse kiwisõegaasi walgustamise otstarbel.

Kiwisõe kuiwajamise tooted.

Kiwisüsi.

Jääk: *Koks.*

Aetis:

wedel:

gaas:

kiwisõetõrw — *wesi ja ammoniak* — *walgustusgaas*

kerged õlid: bensool, C_6H_6, kiwisõe bensiin jm.

rasked õlid: karboolhape, naftaliin, antratseen; jääk: pigi.

$H_2, CH_4, C_2H_4, C_2H_2, C_6H_6, CO$; osalt ammoniak, mis eraldatakse pesemisel.

Walgustusgaasi saamine. 134 kujundil on kujutatud lühendatult walgustusgaasi saamine.

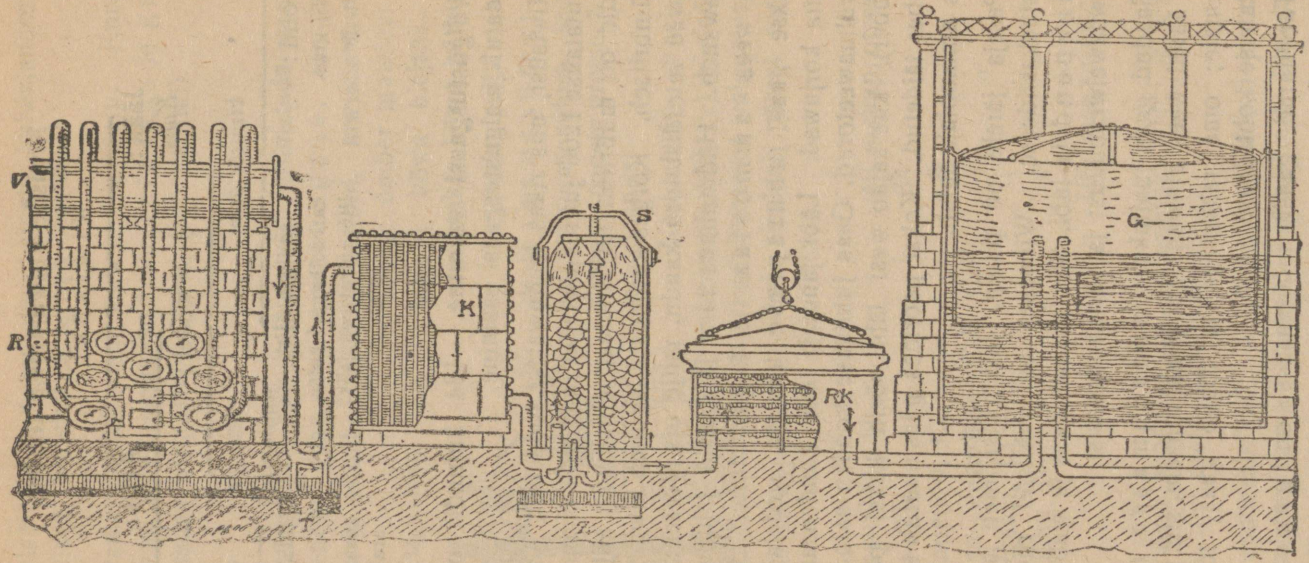
Kiwisüsi, mis rikas lenduwatest toodetest, n.n. gaasisüsi, kuumutatakse 1200° juures pikkades raud wõis chamot retortides. Retordid on müüritud tulekindlast telliskiwist ahju, kus neid leek ümbritseb. Kõrges kuumuses laguneb kiwisüsi, ja gaasid lahkuwad retordist toru kaudu, mille ots weerennis, hüdraulikus, awaneb. Hüdraulikus tõrw ja gaasid jahtuwad 70—80°, sulab wees ammoniak ja kogub tõrw. Hüdraulikust juhitakse gaas jahutajasse, kus ka wedelad produktid tõrwana korjuwad. Läbi jahutaja ehk kondensaatori jooksewad külmaweetorud. Gaas juhitakse kondensaatorist pesejasse (skrubber), kus sajab wesi läbi söela koksi peale, millega skrubber täidetud. Koksi poorides gaas puutub kokku weega, milles ammoniak sulab.

Peseja järele on pump, mis gaasi imeb ja edasi juhib puhastuskastidesse. Wiimases on auklistel riiulitel niiske raudhapend ja lubi. Siin kuiwab gaas ja wabaneb kahjulikust wääwelwesinikust ja süsihapugaasist.

Saadud gaas juhitakse raudanumasse (gasomeeter), mille ääred wees ujuwad: kui gaasi rohkem, siis tõuseb anum kõrgemale; oma raskusega ta rõhub gaasi torusid kaudu tarwitamise kohtadasse.

Tarwitatud gaasi mõõtmiseks on gaasimõõtjad (135 kujund).

134. kujund.



Walgustusgaasi saamine.

R — retortahi. V — hüdraulik. T — tõrwaanum. K — jahutaja. S — peseja. Z — gaasiweeanum. Rk — puhastuskast. G — gasomeeter.

Omadused. Gaasi erikaal on 0,4—0,7. 1 kuub.meeter (m^3) annab 5200 *Kal.*

Walgustusgaas sisaldab:

1. Kasulikkusid, hästi walgustawaid aineid: etüleen, atsetüleen, bensool, toluool ja t.

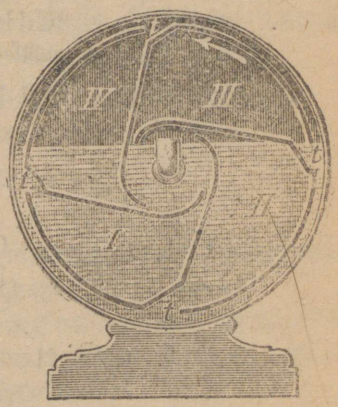
2. Põlewaid, kuid wähe walgustawaid aineid: wesinik, metaan, süsinikhapend.

3. Kahjulikkusid aineid: CO_2, H_2S, tsüaani ühendused, ammoniak ja t.

Kasulikud ained põlewad heleda walgustawa leegiga: mida rohkem neid gaasis, seda suurejõulisem on gaasi walgustuse jõud.

Kahjulikud ained on mürgised inimese organismile. Elumajades tarwitataw gaas ei tohi neid mitte sisaldada.

135. kujund.



Gaasimõõtja.

Kõrwaltooted. Peale walgustusgaasi saadakse kiwisüte kuiwajamisel weel mitmed muud kõrwaltooted.

Retortidesse jääb koks, mis tarwitatakse küttena. Retortide seintele langeb retortsüsi, millest walmistakse kaarlambi söed.

Jahtumisel eraneb gaasist kiwisõetõrw, mis tõrwamiseks tarwitatakse. Tõrwa wõib uuesti destilleerida ja siis saadakse kiwisõetõrwast aniliinwärwid, naftaliin, bensool, karbool ja t.*)

Gaasiweest saadakse ammoniak; wiimane neutraliseeritakse wääwelhappega wääwelhapuammoniakiks, mis wäga hea wäetisaine.

Puhastuskastidest saadakse wääwlisraud, wääwel, Berliini sinine jne.

*) Sahariin saadakse ka kiwisõe tõrwast.

Bensool, C_6H_6. Suurel wiisil saadakse bensool kiwisõetõrwast ajamise teel. Bensool on läbipaistew lõhnaw wedelik. Ei sula wees, sulab alkoholis ja eetris. Ise sulatab waikusid, raswasid, joodi, fosforit ja toorest gummit. Keeb 80°.

Põleb walgustawa leegiga ja suure suitsuga. Walgustusgaasi walgus oleneb suuremalt osalt bensoolist. Ka küünaldes on teda.

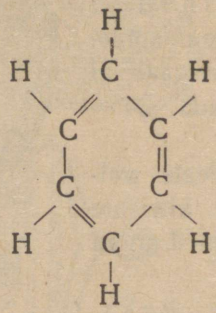
Bensooli tarwitatakse plahwatus mootorites ühes piiritusega.

Bensool tuletab küll bensiini meelde, kuid on hoopis ise aine. Bensiini koosseis on C_5H_{12}, C_6H_{14}, C_7H_{16}.

Atsetüleen moondub läbi hõõgkuuma toru juhtimisel bensooliks:

$$\underset{\text{Atsetüüleen.}}{3C_2H_2} = \underset{\text{Bensool.}}{C_6H_6}$$

Bensooli ehitusformul kujutakse nii:



Happed. Bensoolist saadakse niisama karboonhapped. Bensoolhape, $C_6H_5 \cdot COOH$, saadakse benzoepuu waigu kuiwajamisel. Salitsüülhape, $C_6H_4(OH)COOH$, leidub pajude koores. Tanniin, $C_{14}H_{10}O_9$, ehk parkhape leidub mitmesuguste puude koortes ja wiljas. Sulab kergesti wees. Tarwitatakse arstirohuna desinfitseeriwa wahendina. Teda on ka mitmetes fruktides, tees, wiinamarjas.

Tarwitatakse tindi walmistamisel rauawitrioliga.

Segame rauawitrioli ja tanniini sulatised. Saame tindi. Tint tehakse gummidega weniwamaks.

Naftaliin, $C_{10}H_8$, wänge lõhnaga kristallaine. Kuumutamisel katseklaasis sublimeerub.

Kuumutame tiiglis naftaliini kunni aurud hakkawad eranema. Kõrwaldame tule ja üle tiigli seame paberist koonuse; wiimase sisemistele seintele ilmub naftaliini sublimatsion, härmatis.

Naftaliini tarwitatakse koide wastu.

Antratseen, $C_{14}H_{10}$, wärwitu kristallid; tarwitatakse aniliinwärwide walmistamisel.

Nitrobensool, $C_6H_5NO_2$, kollakas wedelik, lõhnab kibedate mandlite järele. Tarwitatakse lõhnaseepide walmistamisel.

Segame kontsentreeritud wääwelhapet (4 *ccm*) kontsentreeritud lämmastikhappega (2 *ccm*). Kolbi jahutades külmas wees lisame juure 2 *ccm* bensooli. Saame kollaka õli:

$$C_6H_5|H + H|NO_3 = C_6H_5NO_2 + H_2O$$

Bensool. Lämmastikhape. Nitrobensool. Wesi.

Wääwelhape seob ainult wee.

Aniliin, $C_6H_5NH_2$, saadakse nitrobensoolist kuumutamisel raualaastudega. Tuleb ka soolhapet juure lisada.

Puhas analiin on wärwitu mürgine wedelik, keeb 183°, põleb suitsewa leegiga. Õhus seistes muutub mustaks. Hapetega ühineb wees sulawateks sooladeks.

Fenool, C_6H_5OH, nimetatakse harilikult karboolhappeks, ehk tal küll ei ole happe omadusi. Fenooli walged nõelkristallid saadakse kiwisõetõrwast; wees sulawad mürgiseks sulatiseks. Lahjendatud sulatis (1—2%) tarwitatakse haawade pesemiseks.

Walgus muudab fenooli kristallid roosakaks.

65. Lõhnawad süsiwesinikad.

Eeterõlid. Taimed sisaldawad eneses mitmesuguseid wedelaid aineid, millest oleneb õite, lehtede, seemnete, wilja, koore jne. lõhn. Neid õlitaolisi lõhnawaid wedelikka nime-

tatakse eeterõlideks. Neist on tähtsamad tärpentiinõli, roosiõli, nelgiõli, mündiõli, köömneõli ja p. teisa.

Eeterõlid sulawad wähe wees; hästi sulawad alkoholis, eetris, bensiinis.

Eeterõlide koosseis on $C_{10}H_{16}$.

Okaspuude, heina ja t. taimede osade lõhnad olenewad kõik mitmesugustest eeterõlidest.

Tärpentiinõli. Tärpentiinõli on wärwitu wedelik, mis põleb walgustawa ja suuresti suitsewa leegiga. Õhus seistes kuiwab ta. Tärpentiinõli tarwitatakse arstirohuna ja tehnikas odawate lakkide walmistamiseks ja waikude sulatamiseks.

Õhus seistes ühineb tärpentiinõli hapnikuga ja sünnitab wee juuresolekul wesinikülihapendi. Et wiimasel on desinfitseeriwad omadused, siis tarwitatakse õhku piserdatud tärpentiinõli desinfitseeriwa wahendina.

Tärpentiinõli saadakse okaspuude waikude kuiwajamisel. Kui koorest wabastatud tüwesse armid lõigata, siis jookseb sealt wälja waigune mahl, mis õhus kuiwab waiguks ehk tärpentiiniks.

Kui waiku kuiwalt ajada wõi ajamist toimetada weeauru abil, siis weeldub aetis tärpentiinõliks, kuna ajamise apparaati jääb kõwa aine, pigi.

Mõnede okaspuude waik annab ajamisel meeldiwa lõhnaga tärpentiinõli ja kollaka läbipaistwa ülejäägi, mis kolofooniumiks nimetatakse.

Harilikkude okaspuude waik annab ajamisel halwa lõhnaga tärpentiinõli ja ülejäägi — mustapigi.

Mahlad ja waigud. Mitmed troopika puud annawad isesuguse mahla, mis kuiwanult nimetatakse kautschukiks wõi guttapertschiks.

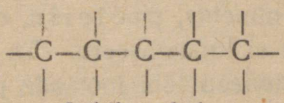
Kamper, $C_{10}H_{16}O$, on eeterõli sisaldaw waik, mis kamperipuu lehtedest ja okstest saadakse (*Laurus camphora*).

Merewaik on okaspuude waik, mis sattus merde, kust teds lained wälja uhuwad.

Muud tähtsamad waigud on: sandarak, schellak, kopaal, dammar. Sulawad alkoholis, eetris, kloroformis· Tarwitatakse lakkide walmistamiseks.

Süsiniku ehk orgaaniliste ühenduste jaotus. Süsinik on neljawalentne element. Orgaanilistes ühendustes on süsiniku aatomid wastastikku wäga tugewasti seotud. Kui ehitusformuliga mitmesuguseid ühendusi märkida, siis saame kaks iseäralist rida ühendusi.

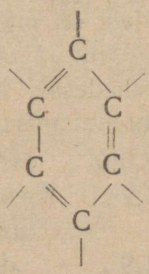
Metaanist saadakse suur hulk ühendusi, mille ehitusformulis süsiniku aatomid lahtisesse ahelasse on seatud:



Lahtine ahel.

Wabade jõududega ühineb wesinik wõi muud ühendused.

Bensooli ehitusformulis on süsiniku aatomid seotud wastastikku ringikujul.



Rõngasahel.

Kõik süsiniku ühendused jagunewad selle järele kahte rühma:

1. metaani sünnitused ehk alifaatsed ühendused (raswa kehad) ja

2. bensooli sünnitused ehk tsüklised ühendused (aromaatsed kehad).

Peale nende seisawad weel eraldi munawalgeained, milles ka lämmastikku on. Munawalgete koosseisu formulit ei ole senni korda läinud täiesti kindlasti määrata.

66. Munawalged.

Koosseis. Loomade kehad on ehitatud peaasjalikult munawalgeainetest. Wiimane on sarnane kanamunade munawalgele, mis koosseisab süsinikust, hapnikust, lämmastikust, wesinikust ja wääwlist.

Munawalgeaine koosseis on muutlik, Temas on:

süsinikku	50—55%	wesinikku	7%
hapnikku	23—24 „	wääwlit	0,4—5 „
lämmastikku	15—18 „	fosforit — rakukesetuumas.	

Munawalgeainest on ehitatud protoplasma, millest ka munawalgeaine nimetus, proteiin, on tuletatud.

Munawalgeaine ei kristalliseeru. Ta sünnitab kolloiid sulatisi, mis ei diffundeeri läbi loomade ja taimede seinte.

Kuumutame katseklaasis kõwaks keedetud munawalget. Alguses haihtub weeaur, selle järele ammoniak (punane lakmuse paber wärwub siniseks) ja wääwelwesinik (tina soola sulatisega leotatud paber mustub), järele jääb süsinik.

Munawalgeainete arw on wäga suur.

Taimedele ja loomadele on munawalgeaine tähtis lämmastiku pärast. Nad sünniwad taimede organismides, kust nad satuwad loomade kehadesse, kus nad tähtsat osa etendawad. Nii on inimese organismis:

wett	67,6%	raswa	2,5%
munawalget	15,9 „	soola	9,2 „
munawalge-sünnitusi	1,9 „	muid ühendusi	0,6 „

Loomade kehad ei sisalda sugugi süsiwesikuid. Wiimased on loomadele tarwilikud loomaliku soojuse saamiseks.

Munawalgeained sulawad wähe wees, hästi sulawad kaali ja naatroni leelistes.

Albumiin on loomulik munawalgeaine, mis leidub taimede mahlades ja loomade wedelikkudes: munawalge, wereseerum, lümfa, musklite mahl.

Sulatame kergel soendusel wees linnaste pulbrit. Filtraati hapustada wõi kuumutada. Eraneb munawalge.

Munades (munawalge), weres (weremahl, seerum), musklites on seda munawalgeainet mitmel kujul.

Albumiin sulab wähe külmas wees; tõmbab kokku, koaguleerub, kuumutamisel kunni 65—74°.

Fibriin on kiuline munawalgeaine, ei sula wees.

Wõtame nisupüüli õhukesse linase riidest kotikesesse, mida rohkes wees wõi kraani all niikaua leotame ja muljume, kunni wesi täiesti puhtaks jääb. Kotikesse jääb kliister, mis peaasjalikult fibriin on.

Tardunud weres sünnitab fibriin kiusid, mis suluwad werejooksu haawadest.

Kaseiin leidub kaertes ja liblikõielistes. Loomade piimas etendab kaseiin tähtsat osa. Lahjendatud happed seowad kaseiini ja eraldawad ta. Sellepärast eraneb ka kaseiin piimahappe ja laabi mõjul. Selles seisab ka juustu walmistamine.

Hämoglobiin on punaste wereliblede wärwiaine, milles peale munawalgeaine weel rauda. Ühineb hingamisel hapnikuga, mis ta kannab werega kudesse, kus hapnik põlemist toetab.

Hämoglobiinile on lähedalt sarnane taimede klorofüll.

Sarwaine ja liimiaine on niisama munawalgeained mitmesuguse koosseisuga.

67. Ainewahetus taimede ja loomade organismides.

Taimede toitmine. Taimede organismid seisawad koos weest, põlewatest ainetest ja tuhast.

Tuhk on need mineraalsoolad, mis taimed maapinnast juurte abil saawad.

Katsetega on tõendatud, et taimede toitmiseks waja on kaaliumi, kaltsiumi, magneesiumi, rauda, nende nitraatisid, fosfaatisid ja sulfaatisid.

Maapinnast saawad taimed ka tarwiliku wee.

Õhust saawad taimed süsiniku, mis nii tähtsat osa organismides etendab. Süsihapugaas ühes õhuga tungib huulekeste*) kaudu rakukeste waheruumi ja sealt rakukeste mahla, kus ta weega ühineb ja tärklise sünnitab.

Sarnast mitteorgaaniliste kehade moondumust orgaaniliseks ühenduseks nimetatakse **assimilatsiooniks.**

Assimilatsioon sünnib ainult **walguse** mõjul elusates rakukestes **klorofülli** terakestes. Seda protsessi wõib järgmiselt kujutada:

$$6CO_2 + 5H_2O = C_6H_{10}O_5 + 6O_2$$

Süsihapugaas. Wesi. Tärklis. Hapnik.

Wabaks saanud hapnik haihtub õhku tagasi.

Tärklis moondub taimedes dekstriiniks, wiinamarja- ja wiljasuhkruks, mis taime wiljas, juurtes, kudedes, õites koguneb, kus ta uuesti wõib tärkliseks moonduda (kartulites, seemnetes). Niisama moondub tärklis ka tselluloosiks, millest taimede kuded ehitatud.

Maapinnast saadud soolad toowad enesega niisama tarwisminewaid aineid, iseäranis **lämmastikku.** mis taimede kehas tähtsat osa etendab.

Ainewahetuseks tarwisminewa hapniku saawad taimed hingamisel atmosfääri õhust. See juures hingawad taimed sisse hapnikku ja hingawad wälja süsihapugaasi.

Nii taimede elus tuleb tähele panna järgmisi protsesse:

1. Orgaaniliste ainete walmistamist süsihapugaasist ja hapniku eraldamist, — assimilatsioon ja redukt-sioon;

2. hingamist, — hapendumine, ja

3. tärklise, soolade ja wee moondumist kudedeks, — ainewahetus.

Toitmise ülesanne. Toitmise ülesanne loomade ja inimese organismis seisab loomalikusoojuse säilimises, töö-wõime soetamises ja uute kudede ehitamises.

Inimese kehasoojus peab olema 37°C. Et seda soojust ülewal hoida, mis keha tarwitab ööpäewa jooksul ligi 2700 *Kal*,

*) Huulekesed on wäiksed awausid lehe alumises ja ka ülemises pinnas.

on waja suur hulk põlewat ainet kehasse tuua, kus ta hapnikuga ühinemisel, mis hingamisel saadakse, tarwiliku soojuse annab.

Põlemise produktid wiiakse wälja **süsihapugaasina** ja **weena** (kopsude, neerude ja naha kaudu).

Kuid inimesele ei ole waja mitte ainult soojust waid ka **tööenergiat**, mis soojusest saadakse. Sellepärast tarwitab ka töötaja inimene rohkem toiduaineid.

Keskmiselt tarwitab inimene 130 *g* munawalgeainet, 80 *g* raswa, 400 *g* süsiwesikuid, millest saadakse kunni 3000 *Kal.*

Uute kudede walmistamiseks, mis töötamisel kõdunewad, peab niisama toiduaineid sissewõtma. Surnud rakud ja kuded wiiakse wälja neerude ja naha kaudu.

Soojussoetuse, energia ja kudede sündimine, kui ka wanade kudede lagumise produktide kehast wäljasaatmine sünniwad **ainewahetamisel**.

Munawalgeained. Neist ainetest on ehitatud kudede protoplasma; põledes annab ta ka soojust. Munawalgeaineid saab inimese organism taimedest, lihast ja munadest. Rikkad munawalgeainete poolest on liblikõielised: herned, läätsed ja oad, mis wäga tähtsad toiduwahendid on.

Rasw on tarwilik keha temperatuuri säilimiseks; ka mõnedele kudedele, näit. nerwidele, on raswaaineid tarwilikud.

Tarwitamata rasw koguneb raswarakukestes ja hoiab keha halwa soojusejuhina jahtumise eest.

Raswa saab organismus taimedega (õige wähe), lihaga, piimaga, wõiga, taimede ja loomade raswadega.

Süsiwesikud on peamaterjaaliks keha soojuse ja tööwõime säilimisel.

Tselluloos ei seedi inimese organismis; tärklis moondub suhkruks ilas olewa ptüaliini mõjul. See protsess algab juba keetmisel.

Suhkur on wäga tähtis sellepoolest, et ta põledes suurt soojust ja energiat sünnitab.

Süsiwesikuid saab organism mitmesugustest taimedest.

Mineraalained. Inimese organismis on peaaegu 70% wett ja 5—6% tuhka, s. o. mineraalainete soolasid. Et mitmed orgaanid on ehitatud anorgaanilistest ainetest, siis neis tarwitseb inimese organism. Mineraalained tuuakse kehasse ühes toiduga.

Keedusool toetab seedimist; on tarwilik werele ja kõhumahlale.

Kaltsiumi ja magneesiumi soolad ja rauaühendused leiduwad kontides, ajudes, weres ja t. rakukestes ja kudedes.

Seedimine. Seedimise ülesanne on toitu keemiliselt nii muuta, et neid organism wõib tarwitada.

Keetmisel juba tuleb toitu niisuguses suhtes wõtta, nagu neid organism tarwitab, ja neid keemiliselt ja mehaaniliselt muuta, et nad oleksid kergesti seediwad.

Suus puretakse toit peeneks ja enzüüm ptüaliin muudab osa tärklist dekstriiniks ja suhkruks.

Maos maomahl, soolhape ja enzüüm pepsiin muudawad munawalgeaineid sulawaks peptooniks; soolhape sulatab mineraalained ja desinfitseerib toitu.

Maomahlad on happelised, kilemahl — leelisline. Sellepärast ei seedi ennast tühi kõht.

Kaheteistsõrmelises soolikas, kuhu maksast nõriseb sapp, mis raswasid emulsiooniks muudab ja neid seebistab, kestab seedimine edasi. Sapp hoiab seediwat toitu käärimise eest.

Limanäärmes on mitmesugused fermendid, mis niihästi tärklise kui ka muude ainete peale mõjuwad.

Sooltes eraneb leelisline mahl, mis mõjub munawalgete ja tärklise peale.

Tarwilikud ained satuwad seedimise orgaanidest werde ja koemahla, millega nad kehas laiali kantakse.

Küsimused ja ülesanded. Kuidas sünnib keha loomalik soojus? — Mis wahe on toiduwahendi ja toiduaine wahel? — Missugust osa etendab hapnik inimese organismis? — Süsihapugaas? — Kuidas sünnib looduses süsiniku ringjooks? —

Register.

Aatom 43, 49
aatomikaal 45
Abel-Pensky nafto-meeter 219
adsorbtsioon 108
affiniteet 10
aine 1
aine ehitus 41
ajamine 19
ajamiskatel 22
akkumulaator 197
aktiiv 28
aldehüüd 232
alkohol 225
allotroopia 57
alumiinium 164
alus 22, 30
aluse omadused 141
amalgaam 178
ammoniak 76, 153
ammoonium 154
— vesihapend 154
amorfaine 3
amorfsüsinik 105
analüüs 40
anioon 239
anood 26, 238
antimoon 129
antratseen 239
argoon 83
Arrhenius 138
arseen 129
aseldus 11
asfalt 219
atmosfääri õhk 74
atsetüleen 118
auerisukk 129
Auer v. Welsbach 123
aurutihedus 36
Avogadro hüpotees 65, 67

Baarium 160
baariumülihapend 55
basalt 4
Becquerel 162
bensool 238
berliini sinine 117
Berthelot 218
Bertholleti sool 147
Berzelius 17
Bessemeri-viis 188
boor 133
booraks 134
boorhape 133
broom 98
broomvesi 99

Carboneum 102
Cavendish 39
Clarke 13
Courtois 98

Dalton 43
Davy 144
Dewar 33
dekstriin 221
dekstroos 222
dekantatsioon 19
destilleerimine 19, 51
diastaas 224
diffusioon 57
dissotsiatsioon 35
dolomiit 162
drummondi valgus 39
Döbereiner 172

Eeter 227
— õlid 239
ehitusformulid 71
eksotermiline 12
ekwatsioon 47
elavhõbe 178
— da ühendused 179
elektriahi 104, 165
elektrolüüs 134, 138
element 13, 46
elementide liigitamine 141
— perioodne süsteem 169
emasulatis 135
emulsioon 228
endotermiline 12
energia 12
Engler 217
enzüüm 214, 224
etaan 217
erikaal 2
eutektiline suland 177

Fenool 239
fenoolftaleiin 31
ferment 224
filter 19
filtraat 19
filtreerimine 18, 52
flogiston 33
fluor 100
formaliin 228
formul 46
fosfaat 128
fosfiin 127
fosfor 126
fosforhape 128
fosforvesinik 127

Gaas 233
gaasimõõtja 235
— vesi 237

gasomeeter 235
Gay-Lussac'i seadus 65
generaator 115
— gaas 115
glütseriin 227
glütserüül 228
Goldschmidt 172
gradiir 149
graafiit 104
gramm-molekul 49
guanoo 128
gummi 222

Halogeenid 101
hape 30
— orgaaniline 231
hapend 30
hapnik 26
happed 92
happejääk 139
happe omadused 141
heelium 83
Henry seadus 135
Héroult 164
heterogeen 3
hingamine 32
homogeen 3
härmatis 23
Höfer 217
hõbe 207
hõbenitraat 209
hõbepõõsas 208
hüdraat 50
hüdraulik 235
hüdroksüüd 96
hüdroksüül 95, 139
hüdrolüüs 224
hügroskoobiline vesi 54
hüpotees 43
hõõgsukk 123
hydrogenium 34

Indifferent 31
indikaator 31
inglissool 162
inglistina 198
in statu nascendi 57
ioonid 137

Jahutaja 21
jahutav segu 54
Jean Rey 33
jodium 96
jood 96
joodvesinik 97
joodiselavhõbe 98
joottoru 200
järguline ajamine 22
jää 54

Kaadmium 177
kaalium 144
— manganaat 191
kaalusuhe 41
kaevandusgaas 215
kahelissüsihapunaatrium 152
kalarasv 230
kalooria 32
kaltsium 156
— hapend 156
— vesihapend 112
— sulfaat 158
kameleoon 192
kamper 240
kangväävel 85
karamel 222
karbiid 117
karbonaadid 113
karboksüül 231
karge vesi 51, 158
karnalliit 144
katalüüs 27, 213
katalüsaator 27
katioon 139
katood 26, 138
katse 2
katseklaas 2
kauper 185
keedusool 149
keemia 6, 7
keha 1
— mitteühtlane 3
— ühtlane 3
kesendamine 93
kestaine 220
kivisüsi 107
klaas 159
klaastorud 25
kloor 59
kloorammoonium 153
— hapukaalium 147
kloorisetüül 217
— hõbe 209
— lämmastik 81
— metüül 216
kloorkaalium 145
— kaltsium 156
kloorlubi 159
— naatrium 149
— paukgaas 62
— tsink 177
— vesi 60
— vesinik 63
kloriid 64
klorofüll 124, 180
Koera koobas 110
koks 107, 237
kolloodium 221
kolofoonium 240
kondijahu 128
kondisüsi 108
kontakt-viis 91
koobalt 120
koor 229
koosseisu püsimiseseadus 41
kordiste suhete seadus 42
kriitiline temperatuur 33
kristallaine 3
kristalliseerimine 29
kristallograafia 3
kristallvesi 50
kromaadid 193
kroom 192
— maarjas 193
krüoliit 100
krüptoon 83
ksenoon 83

kuivajamine 105
kuivatamine 36
kuld 210
kuldpurpur 211
kuningvesi 64
kustutatud lubi 112
kwarts 131
käärimine 223
kõdunemine 29
kõrgahi 183
kõva hapnik 33
kõva vesi 51, 158
kütmine 116

Lagumine 10
lahumine 17
lakmus 31
laktoos 223
Lavoisier 11
Leblanc 146, 151
lehter 25
leek 118, 191
leekreaktsioon 155
leelis 31
— metallid 155
— muldmetallid 164
lihtaine 12
Liebig'i jahutaja 21
liitaine 12
liitium 155
Linde apparaat 75
linnased 224
loodusgaas 218
loomalik soojus 32
lubjavesi 112, 157
lumekristallid 4
lämmastik 72
— alahapend 78
— hape 80
— hapend 79
— kahelishapend 80
lämmastiku grupp 130

Maagaas 218
maarjas 166
maavaha 219
magneesia 161
magneesium 161
malm 185
maltoos 223
mangaan 191
margariin 230
mass 11
mateeria 1
Mège-Mouriès 230
melass 223
Mendelejev 173, 218
mennik 195
merevaik 240
metaan 215
metafosforhape 128
metallid 17, 26, 141
— kerged 143
— rasked 143
metalloid 142
metallurgia 183
metüüloransh 31
Meyer, L. 173
miilimine 106
mikroskoop 8
mineraalsüsi 107
— vesi 51
mittemetallid 17
Moissan 100
mol 49
molekul 44
— aarkaal 46
moondumus 5
munavalge 242
mädamunad 87
mädanemine 29
mäekristall 4
müristamine 39

Naatrium 148
— nitraat 152
nafta 217
naftaliin 238
naftomeeter 220
neoon 83
neutraliseerimine 93
Niccles 100
nikkel 190
nitraat 82
nitriit 82
nähtused 6
nõrutamine 19

Oblikhape 233
oliif 126
oksüdatsioon 30
oksüüd 30
ollus 1
omadused 2
ortofosforhape 128
osmium 213
Ostwald 49
oxygenium 26
ozokeriit 219
ozoon 56

Paracelsus 219
paraffiin 219
paukgaas 38
peagaasid 83
perhüdrool 56
permanentgaas 33
petrooleum 219
pigi 240
plastiline väävel 86
platiin 212
potas 146
Priestley 10
pronks 207
propaan 217
protoplasm 124
Proust 42
pruunkivi 191
pruunsüsi 107
ptüaliin 224
puddel-viis 188
pukspuu 108
puupiiritus 225
puusüsi 105
pöörduv reaktsioon 76
põlemine 28, 118
põiemise soojus 32
põletatud lubi 157
põrgukivi 209
püriit 42

püroksüliin 221
pürolusiit 27, 191
püssirohi 146
püsivgaasid 83
— metallid 212

Raadium 162
radikaalid 137
radioaktiivsus 163
rasv 228
rasvahappe 230
raua ühendused 182
raud 180, 187
reaktsioon 10
reduktsioon 40
retortsüsi 107
riistad 24
rooste 181
roostetamine 33
rubiidium 155
räni 131
— kivi 132
— muld 132

Salpeeter 146
samaväärisus 49
savi 133, 167
— muld 166
— nõud 167
Scheele 33
Schveinfurti roheline 129
Schönbein 57
seep 230
segu 7
seleen 91
sideriit 180
Siemens-Martensi-viis 189
silu 195
silikaat 132
sinihape 117
sipelghape 233
skrubber 235
Solvay 151
sooda 151
soogaas 215
soojahulk 120
sool 94
soolhape 63
spektraalanalüüs 155
stanniol 199
status nascens 57
struktuurformul 71
stöhiomeetria 47
sublimatsioon 22
substants 1
substitutsioon 11
sugulus 9
suhkur 222
sulamise kõverjooned 136
sulandaja 185
sulandus 177
sulatama 17
sulatis 17, 134
sulfaat 84, 90
sulfiit 84, 86
Surma org 110
suspendeeritud 51
säilimisseadus 11
söögisooda 111
söötkaali 145
— naatron 140, 148
sülg 224
sülviin 145
sümboolid 17
süntees 40
süsihape 113
süsihapugaas 75, 102, 110
süsinik 202
— hapend 114
— kahelishapend 109
süsiniku grupp 133
süsivesinikud 117, 214
süsivesikud 220
sütitustemperatuur 30, 119

Taandamine 40
tagi 181
tahm 107
taimed 123
taniin 238
teemant 103
telluur 91
teooria 43
teras 186
tikud 127
tina 194
— suhkur 232
— kammer 91
— valge 196
tompak 207
toorium 123, 133
tseerium 123, 133
tseesium 155
tselluloos 220
tsement 170
tsink 175
tsüaangaas 117
tsüaniid 117
tsüanvesinik 117
tuhk 105
turvas 107
tähe metall 195
tärklis 221
tärpentiin 240

Uhmer 8
ultramariin 170
uraan 194
uushõbe 207

vaatlus 2
valents 69
valgevask 207
valgustusgaas 233
Van-Marum 57
vasevitriol 141
— ühendused 205
vask 203
vesi 50
vesigaas 116
vesihapend 96
vesiklaas 132
vesinik 34
— ülihapend 55
vihmavesi 52
viinapiiritus 225

vismut 130
volfram 194
värnits 229
väärisus 69
väävel 83
— hape 90, 139
— hapend 89
— haputsink 177
— süsinik 91
— vesinik 87
väävlishape 87
— hapend 88
— hôbe 209
väävliôis 84
vôi 230
vôrk 124

Widmannstätten 180
Woodi suland 178
Wroblevski 333
Wöhler 165, 214

Äädik 232
— hape 232
— hapuvask 232

Õhk 74
ôhugaas 115
ôlid 228

Ühendus 9
— kaal 49
ülihapend 27

Lühendused.

m	meeter,	*atm*	1 atmosfääri rõhumine,
mm	millimeeter,		
km	kilomeeter,	*mol*	gramm-molekul,
ccm	kuubiksentimeeter,	*kal*	w. kalooria,
g	gramm,	*Kal*	suur kalooria
kg	kilogramm,	*t*	tonn = 1000 *kg*
erik.	erikaal,	*ca*	*circa*, ligikaudu.
k.-ü.	kaaluüksus,		

Raamatu kokkuseadmisel tarvitatud tööd:

Dr. Alexander Schmith. Einführung in die algemeine u. anorganische Chemie.
Dr. Karl A. Hofmann. Lehrbuch der anorganischen Chemie.
Dr. Ira Remsen. Einleitung in das Studium der Chemie.
Prof. Dr. V. Herz. Grundzüge der Geschichte der Chemie.
Dr. Karl Scheid. Methodik des chemischen Unterrichts.
Dr. Otto Dammer. Chemische Technologie der Neuzeit.
Проф. Меликовъ. Лекціи по неорганической химіи ja t.

Kujunditest on suur osa joonistatud käesoleva õpiraamatu jaoks, mõned võetud ülevalnimetatud töödest.

Mõned trükivead.

				Trükitud:	Peab olema:
Lhk.	5,	alt	3 rida	vase hapendiks	vaskhapendiks
„	7	„	19 „	kangasväävel	kangväävel
„	22	„	7 „	60^0	78^0
„	32	„	13 „	süsiveed	süsivesikud
„	56	ülev.	6 „	desinfetseerimiseks	desinfitseerimiseks
„	63	alt	13 „	HCE	HCl
„	71	„	1 „	5HCl	4HCl
„	76	„	16 „	lämmastik	ammoniak
„	80	„	5 „	100 *g* kaaliumi	100 *g* naatriumi
„	130	ülev.	15 „	Vismut	Wismut
„	144	alt	12 „	Kaalium, K=	Kalium, K=